



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA
(*Apis mellífera* L.) DA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.**

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA

Engenheira Agrônoma

MOSSORÓ – RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL
AGOSTO – 2010

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA
(*Apis mellífera* L.) DA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva-UFERSA

MOSSORÓ – RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL
AGOSTO – 2010

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA

M578c Mesquita, Luciene Xavier de.

Características de qualidade do mel de abelha (*Apis mellifera* L.) da mesoregião oeste potiguar do estado do Rio Grande do Norte. / Luciene Xavier de Mesquita. – Mossoró, RN: 2010.

78f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal. Área de concentração: Produção e Sanidade Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

Orientador: Prof.º Dr. Sc. Jean Berg Alves da Silva

1.Físico-química. 2.Microbiológica. Sensorial. I.Título.

CDD:638.1

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo

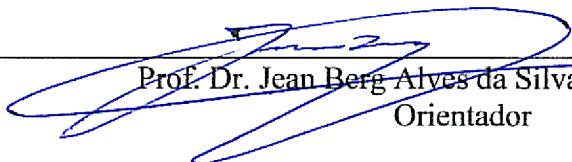
LUCIENE XAVIER DE MESQUITA

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA
(*Apis mellífera* L.) DA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.**

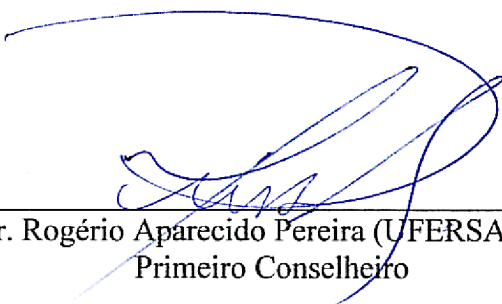
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal.

Aprovada em 20/08/10

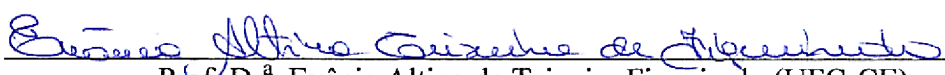
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva (UFERSA-RN)
Orientador



Dr. Rogério Aparecido Pereira (UFERSA-RN)
Primeiro Conselheiro



Prof. Dr.ª Evânia Altina de Teixeira Figueiredo (UFC-CE)
Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUCIENE XAVIER DE MESQUITA - filha de Maria de Lourdes Xavier e Domingos Xavier Neto, nascida no dia 02 de abril de 1982, na cidade de Antonio Martins no Estado do Rio Grande do Norte. Fez boa parte do ensino fundamental e médio no Geo Colégio e Curso (em Mossoró-RN), concluindo na escola Casa do Fera (CDF- Master, em Natal) no ano de 1999. Iniciou o ensino superior na Universidade Federal Rural do Semi-árido em julho 2002 e concluiu em 2007, (UFERSA), obtendo graduação em Engenharia Agrônômica. No decorrer do curso de graduação teve a oportunidade de ministrar aulas no Ensino Médio em escolas pública e privada, sempre participou de núcleos de pesquisa, experiências que determinou sua escolha em abraçar a carreira de pesquisadora. Ingressando em março de 2008, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), seu orientador inicialmente foi o Dr. Patrício Borges Maracajá, mas por mudança do orientador da instituição passou a ser orientada pelo Dr. Jean Berg Alves da Silva. No decorrer do curso de Pós-Graduação, teve bolsa de auxílio CAPES durante o período de setembro de 2009 a março de 2010, fez estágio em docência nas disciplinas de Microbiologia Agrícola, Inspeção de Produtos de Origem Animal, Apicultura e Sericicultura, das turmas de Engenharia Agrônômica, Medicina Veterinária e Zootecnia. Auxiliou no desenvolvimento de monografias dos alunos de graduação de seu orientador Dr. Jean Berg Alves da Silva e dos Professores Dr. Patrício Borges Maracajá e Dr. Benito Soto Blanco. Sob o consentimento de seu orientador, participou juntamente com Dr. Benito Soto Blanco do Congresso Internacional de Plantas Tóxicas, ocorrido na cidade de João Pessoa – PB, Brasil e apresentou na forma oral o trabalho intitulado: “Toxic evaluation of pollen of selected plants from Brazilian semiarid in honey bees.”; que culminou na publicação de um capítulo de livro e posteriormente na publicação em revista nacionais e internacionais. Em setembro de participou de um concurso seletivo para o CEFET-CE, obtendo a segunda colocação para a disciplina de Tecnologia de Produtos Apícolas e Açucarados. Em março de 2010 foi convidada pela AFICEL – para ser encarregada do laboratório de microbiologia de amêndoas de caju e integrar no controle de qualidade mel de abelhas orgânico. Finalmente defendeu a dissertação em agosto de 2010.

AGRADECIMENTOS

Por diferentes razões, eu gostaria de agradecer especialmente:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva, por compartilhar comigo a experiência de ser orientada por um profissional de formação diferente, sendo um interlocutor disposto a ouvir com interesse e ânimo todas as dúvidas e problemas que surgiram. Por ser um orientador paciente e pela coragem de ousar trabalhar com novas idéias, correndo os riscos inerentes ao orientar uma pessoa que até então desconhecia. Pela compreensão no momento de escrever onde não fluíam as palavras.

Ao Prof. eterno orientador, Dr. Patrício Borges Maracajá, que sob sua tutela protetora sempre me direcionou fraternalmente. Muito obrigada! Por sua enorme paciência, pelo seu amor, por sempre estar disposto a me ajudar em qualquer situação.

Ao amigo, co-orientador e confidente Dr. Rogério Aparecido Pereira que em sua imensa generosidade, sempre me auxiliou com excelentes sugestões de trabalho e por seu ótimo humor. Pela sinceridade de nossa amizade acima de qualquer outra coisa.

Ao Prof. Dr. Raimundo Maciel pelos valorosos conselhos na qualificação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Sidnei M. Sakamoto que fez a estatística do meu trabalho e me ajudou a trilhar esse caminho respeitando o outro e eu mesma, sempre me orientando a ser competente, eficiente e honesta, mas não ingênua nem mesmo omissa, valores esses que guardarei para sempre e que servirão como base para minhas atitudes profissionais e pessoais. Ao meu amigo, companheiro, às vezes mal humorado, mas sempre fiel, muitas vezes, em nome do meu trabalho, negligenciado, mas não menos lembrado. Você é parte integrante desta conquista e do meu conseqüente sucesso.

Ao meu amigo Altevir que sempre esteve pronto a ajudar, com carinho, determinação e muita paciência, valeu amigo! A Leonardo e a Fafá (técnicos do SENAI), pela ajuda e horas de descontração.

As minhas amigas Rociene Abrantes, Manuela e Eilika por sempre se preocuparam com a ordem do laboratório.

As amigas - irmãs Renata, Andressa pelos trabalhos, congressos e as confidências, amo vocês meninas.

Aos alunos de Microbiologia Agrícola e Apicultura aos quais ministrei aula na graduação, em especial a Carolina, Rosilvado, Maxsuel, Elionaldo, Wiglayni, Jucielly, Lamartini, Joelson (gasparzinho), Ismael (camisinha), Joseney (o menino da floresta),

Emanuele, Polyana, Carlos e Ana Lucia, obrigados por me ensinarem a dividir sempre. E aos demais colegas de laboratório LIPOA e NUBEA que traziam diversão nos dias de trabalho.

A cada um dos apicultores do meu Estado que cederam as amostras para meu experimento. Parabéns por não desistirem nunca, mesmo trabalhando em condições muito adversas de clima solo e vegetação.

As abelhas pelo lindo exemplo de civilidade em trabalharem juntas, com organização, divisão de tarefas e darem a vida na defesa daquilo que acreditam que seja indispensável.

As minhas amigas de Pós – Graduação Leíse, Isabella, Gabriela, Carla Monadeli, Maíra, Maria Alice (vulgo Maria Luiza), Teresa, Jaqueline e Nadja por toda cumplicidade, incentivo e momentos de diversão muito obrigada.

A Universidade Federal Rural do Semi-árido, ao Programa de Pós - graduação em Ciência animal pela oportunidade de obter meu título de mestre.

As minhas irmãs; Idalina Mesquita responsável pelo despertar, ainda criança, pela leitura. A Tita por ter feito Vitoria sapequinha. A Didi por sempre falar “calma gordinha estressada”, a Candinha por dizer sempre “mulher jogue tudo para o alto e defenda esse mestrado e vá para o doutorado fia” e aos meus irmãos João, Xavier e minhas cunhadas Vera e Suely por torcerem por mim. Aos meus cunhados Tony, Ericson, Odaivo e João Maria por admirarem meu esforço e por tantas idas e vindas de carro para me buscar na universidade. Aos meus sobrinhos (Pedro, Vanessa, Gabriel, Arthur, Andre, Bia, Ana Paula, Andressa, Madson e Matheus) por sempre perguntarem e aí tia tá perto de defender, para a gente poder brincar, ir para festa, ou seja, ser aquela tia divertida. À minha família, por todo apoio, especialmente à minha mãe e meu pai, por suportar pacientemente uma filha distante e estressada durante dois anos e a eles que ofereço meu título.

Agradeço aos professores Prof. Dr. David de Jong, Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves e a Prof^a. Dra Kátia Peres Gramacho, pela idealização do projeto Pró-rainha sem o qual parte desde experimento não poderia ter acontecido.

AFICEL pela oportunidade de aplicar os meus conhecimentos, e acreditando sempre que eu posso fazer melhor. Obrigada em especial a Samuelson Pinto (chefão), Pedro Souza (chefeinho), as minhas queridas amigas Jamila, Adriana, Lucineide, Maria, Fátima e Ione valeu por tudo. E não poderia deixar de agradecer Prof^a. Dr^a Evania Altina Teixeira de Figueiredo por todo apoio que tem me dado na vida profissional e pessoal muito obrigada, por ser muito mãezona.

E FINALMENTE A DEUS POR SEMPRE ME FORTALECER.

CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA (*Apis mellífera* L.) DA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.

MESQUITA, Luciene Xavier de. **Características de Qualidade do Mel de Abelha (*Apis mellífera* L.) da Mesorregião Oeste Potiguar do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.** 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN. 2010.

RESUMO GERAL: Verificou-se os méis produzidos por *Apis mellífera* L. na Mesorregião do Oeste Potiguar - RN – Brasil cumprem as especificações determinadas pelas legislações. Foram analisadas 73 amostras de mel determinando os parâmetros físico-químicos, testes qualitativos (Fiehe, fermento diastásico e Lugol), sensoriais e microbiológicos, as amostras foram coletadas nas casas de mel, em torno de 500 ml por apicultor e analisadas 48 horas após cada coleta. O período de coleta foi de março de 2008 a setembro 2009. Os resultados obtidos foram: a cor com predominância de 36% de âmbar claro, umidade ($20,16\pm 3,44\%$), atividade de água ($0,620\pm 0,027\%$), sólidos ($0,33\pm 0,311\%$), cinzas ($0,15\pm 0,086\%$), densidade ($1,40\text{g.cm}^{-1}\pm 0,034$), pH de ($3,39\pm 0,49$), acidez ($38,07\text{ meq/kg}\pm 16,45$), açúcares ($63,24\pm 10,25$), sacarose ($5,674\pm 1,02$), HMF ($10,94\text{ mg/kg}\pm 4,91$), Lund ($0621\pm 0,257\%$) e condutividade ($0,36\text{ mS/cm}\pm 0,125$); resultados negativos para os testes qualitativos, 18 amostras com crescimento bolores e leveduras e 15 amostras com coliformes totais e fecais. Os valores HMF, acidez livre, cor, cinzas estiveram de acordo com os regulamentos do BRASIL (2000), Codex (2001) e o MERCOSUL (GMC 89/99) e a condutividade, açúcares de acordo com o Codex (2001); 18 amostras tiveram valores maiores que 100 UFC/g para bolores e leveduras e 15 tiveram valores acima de $<3\text{NMP/g}$ contrapondo o MERCOSUL (GMC 89/99). As características das amostras de méis produzidas que não estão em conformidade com as normas indicam a necessidade de reformulação desses padrões e os méis que tiveram crescimento microbiano sugerem a necessidade de aplicação das boas práticas de apícolas.

Palavras Chave: Físico-Química, Microbiológica, Sensorial, Órgãos Fiscalizadores

QUALITY OF HONEY BEE (*Apis mellifera* L.) FROM THE MIDDLE POTIGUAR WEST OF THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL.

MESQUITA, Luciene Xavier de. **Quality Characteristics of the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) of the West Mesoregions Potiguar of the State of Rio Grande do Norte, Brazil.** 2010. 78f. Dissertação (Master's degree In Animal Science: Animal Production and **Animal Health**) - Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN. 2010.

ABSTRACT: It is the honey produced by *Apis mellifera* L. Mesoregion Potiguar West - RN -Brazil meet specifications certain laws. We analyzed 73 samples of honey determining the physical and chemical parameters, qualitative tests (Fiehe, diastatic ferment and Lugol), sensory and microbiological samples were honey collected in the homes of around 500 ml per beekeeper and analyzed 48 collected after each hour. The collection period was from March 2008 to September 2009. The results were the predominant color with 36% of amber light, moisture ($20.16\% \pm 3.44\%$), water activity ($0.620 \pm 0.027\%$), solid ($0.329 \pm 0.311\%$), ash ($0.146 \pm 0.086\%$), density ($1.402 \text{ g.cm}^{-1} \pm 0.034$), pH (3.39 ± 0.49), acidity ($38.07 \text{ mEq / kg} \pm 16.45$), sugars ($63.24 \pm 10.25\%$), sucrose ($5.674\% \pm 1.02$), HMF ($10.94 \text{ mg / kg} \pm 4.91$), Lund ($0621 +0.257\%$) and conductivity ($0.356 \text{ mS / cm} \pm 0.125$), negative results for the qualitative tests, 18 samples with yeast and mold growth and 15 samples with coliform and total coliforms. The HMF values, acidity, color, ash were in agreement with the regulations of BRAZIL (2000), Codex (2001) and MERCOSUL (GMC 89/99) and conductivity, sugars according to the Codex (2001), 18 samples were values greater than 100 CFU / g for molds and yeasts and 15 had values above $<3\text{NMP / g}$ opposing MERCOSUR (GMC 89/99). The characteristics of honey samples produced that do not conform with the standards indicate the need for a revision of these standards and who have the honey microbial growth suggest the application of best practices for beekeeping.

Key Words: Physical Chemistry, Microbial, Sensory Organs Inspecting

LISTAS DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Classificação Comercial da Cor do Mel e sua correlação com Escala de Pfund	40
Tabela 1 - Valores médios e intervalos de confiança encontrados nas análises físico-químicas das 73 amostras de méis produzidos por <i>Apis mellifera</i> na região semi-árida do nordeste do Brasil comparada com os valores estabelecidos pelas normas vigentes nacionais e internacionais	46
Tabela 2 - Quantidade de amostras coletadas de acordo com a contagem de coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, bolores e leveduras e os valores médios encontrados nas análises físico-químicas das 73 amostras de mel de <i>Apis mellifera</i> L. africanizadas, coletadas no semi árido do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil no período março de 2008 a novembro de 2009.....	72

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Exportação de mel natural em quilogramas por estado brasileiro de janeiro de 2008 a março 2010	18
Figura 2- O Rio Grande do Norte esta dividido em quatro mesorregiões.....	37
Figura 3 - Correlação da variável densidade relativa (DENS.) com a variável atividade de água (ATIV. H ₂ O) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	47
Figura 4 - Correlação da variável cinza com a variável condutividade elétrica dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	48
Figura 5 - Correlação da variável cinza com a variável cor dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	48
Figura 6 - Correlação da variável cinza com a variável acidez livre dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	49
Figura 7 - Correlação da variável condutividade elétrica (CONDUT.) com a variável hidroximetilfurfural (HMF) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	50
Figura 8 - Correlação da variável umidade (UMD.) com a variável densidade (DENS) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	50
Figura 9 - Correlação da variável hidroximetilfurfural (HMF) com a variável cor dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	51
Figura 10 - Correlação da variável umidade (UMID.) com a variável hidroximetilfurfural (HMF) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.....	51
Figura 11 - Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com o estado físico líquido e pastoso (ESTADO FIS.) no gráfico com o valor de $p=0.012355$	52

Figura 12 - Comparação da distribuição dos níveis de sólidos insolúveis (Water insoluble-solids) das amostras de mel de acordo com alteração de aroma (no ou yes) no gráfico com o valor de $p=0.031444$	53
Figura 13 - Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com a presença ou ausência de impurezas (no ou yes) no gráfico com o valor de $p<0.0000001$	53
Figura 14 - Comparação da distribuição dos níveis de sólidos insolúveis (Water – insoluble - solids) das amostras de mel de acordo com a presença ou ausência de impurezas no gráfico com o valor de $p>0.0000001$	54
Figura 15 - Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com alteração de aroma (no e yes) no gráfico com o valor de $p=0.000059$	54
Figura 16 - Comparação da distribuição dos níveis de HMF das amostras de mel de acordo com impurezas (presença ou ausência) no gráfico com o valor de $p=0.016375$	55
Figura 17 - Comparações das distribuições das variáveis sacarose (A) e açúcares redutores (B) em relação à ausência ou presença de coliformes dos méis produzidos no Estado do Rio Grande do Norte.....	73
Figura 18 - Comparações das distribuições dos níveis da variável sacarose em relação ao aspecto microbiológico de presença e ausência de bolores e leveduras (sim ou não) dos méis produzidos no Estado do Rio Grande do Norte Brasil.....	74

LISTAS DE ABREVIATURAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

aw – atividade de água

CAC - Codex Alimentarius Commission

CE – condutividade elétrica

CODEX - Alimentarius standard

HMF – Hidroximetilfurfural

IAL – Instituto Adolfo Lutz

IDEMA - Instituto de desenvolvimento sustentável e meio ambiente do RN

SUMÁRIO

	Página
1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO SEMI ÁRIDA	16
1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MEL	17
1.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E QUALITATIVAS DO MEL DE ABELHAS.....	19
1.4 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO MEL DE ABELHAS.....	23
1.5 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DO MEL DE ABELHAS.....	24
REFERÊNCIAS.....	27
 2 CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA (<i>Apis mellífera</i> L.) PRODUZIDO DO SEMI-ÁRIDO, NORDESTE DO BRASIL	 34
RESUMO	35
2.1 INTRODUÇÃO.....	37
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.2.1 Local do estudo.....	37
2.2.2 Obtenção das amostras.....	38
2.2.3 Descrição das metodologias de análises físico – químicas.....	38
2.2.4 Análises qualitativas realizadas.....	40
2.2.5 Descrição da metodologia das análises sensoriais.....	41
2.2.6 Análise estatística adotada.....	42
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
2.4 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIA.....	58
 3 CAPÍTULO 3- Características microbiológicas como fator determinante da qualidade de mel de abelhas <i>Apis mellífera</i> L. produzidos no semi árido do Rio Grande do Norte – Brasil.	 64
RESUMO	64
3.1 INTRODUÇÃO.....	65
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
3.2.1 Obtenção das amostras.....	68
3.2.2 As análises microbiológicas realizadas nas amostras de mel.....	68
3.2.3 Análises físicas e químicas dos méis.....	69
3.2.4 Análise estatística.....	69
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.4 CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	76

1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Mel é o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colméia Brasil (MAPA-2000). O mel silvestre se caracteriza por ser um mel polifloral produzido a partir de diversas espécies nativas que contribuem com o néctar (MOREIRA; DE MARIA, 2001). O mel polifloral é o mais comum no Brasil e, em particular no Nordeste, devido à alta diversidade de plantas. É importante salientar que, atualmente, o mel da região Nordeste é considerado como um dos méis mais ricos em nutrientes e propriedades medicinais do mundo, devido à alta radiação solar (fotossíntese) nessa região (BAYMA, 2008).

A qualidade do mel de abelhas *Apis mellífera* L. é determinada principalmente pelas características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais. Nos últimos anos, a caracterização do mel por meio das características citadas recebeu uma crescente atenção (Conti, 2000; Komatsu et. al., 2002; Azeredo et. al., 2003; Terrab et al., 2004; Barth et al., 2005; Corbella; Cozzolino, 2006 e Zamora; Chirife, 2006). Internacionalmente, os critérios de qualidade do mel estão especificados nos órgãos reguladores, compilados em um dos Codex Alimentarius Standard (2001). Regionalmente, o mel comercializado no Brasil deve estar adequado com o que é descrito pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel contido na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, Brasil (MAPA - 2000); os padrões para a comercialização na América Latina são estabelecidos pelo MERCOSUL (GMC 89/99).

O Nordeste tem aparecido como o grande potencial do Brasil, sendo considerada a região com a flora mais rica do mundo. O mel dessa região pode ser avaliado como sendo o mais puro do Brasil, e até do mundo, já que é oriundo de plantas nativas livre de agrotóxico e produzido por abelhas africanizadas, mais resistentes a doenças, e que dispensa o uso de antibióticos na alimentação. No nordeste, o ranking é liderado pelos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (CARNEIRO, 2006).

A necessidade de fixar a identidade e qualidade do mel destinado ao consumo humano é discurso de muitos autores; mas outro ponto de fundamental importância é a harmonização dos regulamentos técnicos, ou seja, a padronização dos valores para características avaliadas que levem em consideração as diferenças regionais. Vários fatores como condições climáticas, estágio de maturação, espécies de abelhas e tipo de flora determinam variações na composição física e química do mel (PÉREZ et al., 1990). Desta forma, deve haver legislações mais específicas para os méis das diferentes regiões e com um número maior de características avaliadas; os limites propostos devem ser apresentados com faixas de aceitação e não números fixos. Essas características (física, químicas, microbiológicas, qualitativas e sensoriais), e valores encontrados, mesmo que estejam presentes em todas as legislações, devem ter correlação direta com o tipo de abelha e região produtora o que tenderá a eliminar os obstáculos na comercialização gerados pelas diferentes legislações vigentes.

As normas do Codex Alimentarius Standard (2001), Brasil (MAPA-2000) e MERCOSUL (GMC 89/99), são muito semelhantes. Segundo Bogdanov; Martin (2002) o mel é a substância açucarada natural produzida pelas abelhas a partir do néctar de plantas ou de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam em favos de mel para amadurecer.

Enquanto que para o Codex Alimentarius Standard (2001) o mel é definido como um produto de todas as abelhas produtoras de mel (Bogdanov; Martin, 2002), no Brasil a Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 (MAPA-2000), refere-se apenas as abelhas *Apis mellifera* L.; e como foi mencionada anteriormente a legislação brasileira tem como base os regulamentos técnicos de outros países com inúmeras diferenças climáticas, de solo e vegetação que não contemplam as diferenças regionais, que apresentam particularidade características dos méis produzidos como a região semi-árida. Bogdanov; Martin (2002) afirmam que em uma grande parte da Ásia o mel é produzido pela abelha asiática *Apis cerana*. O mel produzido por essa abelha tem uma composição semelhante à do mel de *Apis mellifera* L., mas tem um maior teor de água e, não tem critérios especiais de composição estabelecidas no Codex Alimentarius Standard (2001).

Esses fatos indicam a necessidade de uma caracterização detalhada dos méis brasileiros. Por conseguinte, o objetivo do presente trabalho foi analisar as características

físicas (umidade, atividade de água, densidade e sólidos insolúveis); químicas (pH, acidez livre, açúcares redutores, sacarose, condutividade elétrica); sensorial aroma, sabor, cor, presença ou ausência de impurezas e estado físico); testes qualitativos (prova de Fiehe, teste de lugol, fermento diastásico e prova de Lund) e microbiológicos (coliformes e bolores e leveduras) de amostras de mel de *Apis mellifera* da mesorregião do Alto Oeste do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, para saber se cumprem especificações de qualidade determinadas por órgãos fiscalizadores nacionais e internacionais.

1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGIÃO SEMI-ÁRIDA

O território do Rio Grande do Norte está localizado no hemisfério sul ocidental, e seus pontos extremos são limitados pelos paralelos de 4° 49'53" e 6° 58'57" de latitude sul e pelos meridianos de 34° 58'03" e 38° 36'12" de longitude oeste de Greenwich. Como se percebe, o Rio Grande do Norte está situado próximo ao Equador, o que lhe confere clima semi-árido dominante, de forma quase contínua; todo o interior do Estado e parte do Litoral é caracterizado por sua baixa precipitação pluviométrica, em torno de 400 a 600 mm por ano, distribuídas as chuvas nos meses de janeiro a abril. A temperatura média anual do Estado está em torno de 25,5°C, com máxima de 31,3° e mínima de 21,1°, umidade relativa do ar apresenta uma variação média anual entre 59 e 76%. São regiões sujeitas à seca e com maior influência dos ventos alísios secos do Nordeste, que incidem no Litoral Norte e se interiorizam pelo território potiguar. A vegetação é composta de espécies xerófilas e na sua maioria caducifólias, de porte pequeno, com estratificação arbórea arbustiva, espinhenta e, por ocasião das chuvas, apresenta um estrato herbáceo bastante desenvolvido, é a vegetação mais característica do Estado que é caatinga (RIO GRANDE DO NORTE, 2002).

Entretanto, por outro lado, é uma região promissora para desenvolvimento de grandes projetos apícolas, uma vez que proporciona um pasto apícola sem qualquer contaminação química, com possibilidade de obter o mel orgânico (livre de agrotóxicos e medicamentos). A apicultura tem desenvolvido importante papel econômico, social e ecológico no Nordeste brasileiro porque gera renda aos agricultores, ocupa a mão-de-obra familiar e contribui para o aumento da diversidade biológica do ecossistema. Os Estados do Piauí e Ceará se destacam

na produção de mel, devido aos seus recursos naturais (ALCOFORADO – FILHO; GONÇALVES, 2000)

A apicultura no Rio Grande do Norte surge como uma alternativa econômica para diversas famílias de produtores rurais. Por se tratar de uma atividade com impactos ambientais em sua maioria benéficos, passa a ser uma opção estratégica, tanto na geração de renda, como na manutenção de condições ambientais favoráveis (OLIVEIRA et al. 2007).

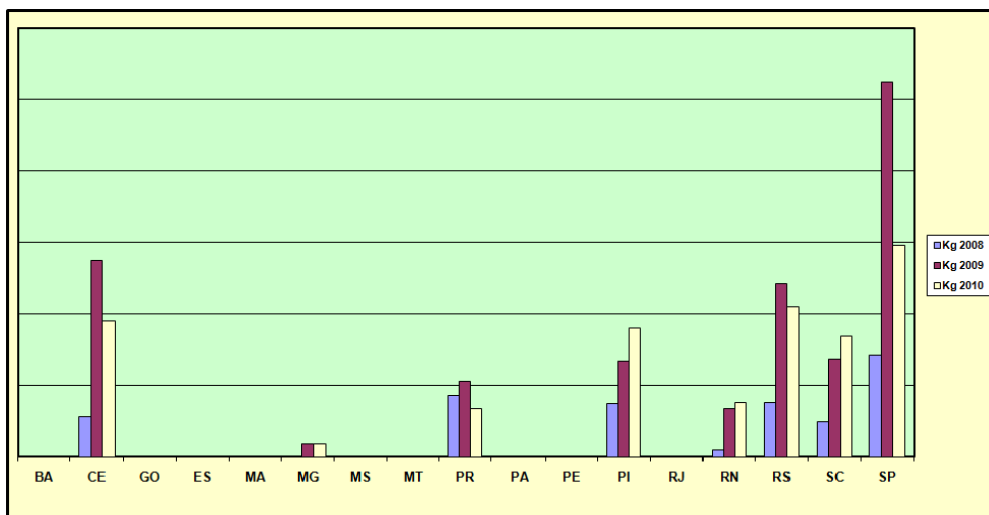
1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MEL NO BRASIL

As maiores quantidades de mel são comercializadas nos grandes países importadores, Alemanha, EUA, Japão, França e Itália, responsáveis por 70% deste comércio. Segundo Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE), em 2005, os maiores produtores do mundo colocaram no mercado 1,3 milhão de toneladas de mel, a safra brasileira foi de 33 mil toneladas, alcançando o 15º lugar (KISS, 2007). Com a saída temporária, do mercado, dos dois maiores exportadores, China e Argentina, houve oportunidade para vários países. Assim, o Brasil aproveitou para ingressar no mercado internacional, ampliando suas exportações, inexpressiva até 2001, alcançando lugar de destaque como quinto maior exportador mundial em 2004 (OLIVEIRA, 2006).

Em março de 2010, o maior exportador foi São Paulo, com 592.121 kg. O segundo exportador foi o Rio Grande do Sul com 420.561 kg. O Ceará ficou em terceiro lugar com 381.024 kg. O Piauí foi o quarto exportador, com 360.448 kg. Santa Catarina, com 336.790 kg ficou em quinto lugar. O sexto, o sétimo e o oitavo exportador foram, respectivamente, o Paraná (136.260 kg), o Rio Grande do Norte (150.821 kg) e Minas Gerais (37.625 kg) (Figura 1).

Esse expressivo crescimento da produção de mel na região Nordeste, de 18% para 32% da produção nacional, foi ao mesmo tempo determinado pela janela de oportunidade aberta no período de 2001/2004 e determinante para o crescimento das exportações brasileiras e sua estabilização no patamar atual. Por outro lado, esta rápida expansão da produção de mel baseada principalmente em pequenos produtores, com poucos conhecimentos, com poucos recursos tecnológicos, com pouca cultura associativista, isolados em áreas pouco

desenvolvidas, contribuiu para a manutenção da produtividade por colméia em níveis muito baixos em comparação com as médias de outros países (SEBRAE, 2006).



Fonte: SEBRAE / UAGRO /março de 2010.

Figura 1: Exportação de mel natural em quilogramas por estado brasileiro de janeiro de 2008 a março 2010.

O fato das quantidades exportadas e dos preços do mel estar crescendo desde o final do ano passado, permite-nos deduzir que, provavelmente, os estoques internacionais de mel continuam abaixo dos níveis normais, caracterizando-se uma situação de “vazio de oferta”, onde as quantidades produzidas/ofertadas são inferiores aos volumes demandados (SEBRAE-UAGRO, 2010).

Queda na produção nacional de mel na safra de 2009 em função da estiagem (seca) nas regiões Norte e Nordeste e excesso de chuvas na região Sul e Sudeste; o crescente fenômeno mundial de perdas de enxames, conhecido por CCD (Desordem de Colapso das Colônias), ou por “Síndrome de despovoamento de Colméias” está contribuindo para a redução da produção de mel em escala global. A produção de mel na Argentina será negativamente afetada pela seca que já atinge 90% desse país; Em 2009, os EUA colheram a sua pior safra de mel da história, inferior a 55 mil toneladas (SEBRAE-UAGRO, 2010).

No Rio Grande do Norte, o mel está sendo incluído na merenda escolar de 45 mil estudantes das redes pública estadual e municipal de ensino dos municípios do Alto Oeste. A iniciativa beneficiou 50 pequenos produtores. Também vale lembrar que desde 2003 os apicultores potiguaros contam com o apoio do Governo do Estado, por meio do Programa de Desenvolvimento Solidário, que garantiu investimentos de mais de R\$ 2 milhões na

apicultura do Rio Grande do Norte. Organizados em 70 associações, os apicultores receberam financiamentos para a construção de 63 Casas do Mel, além de um entreposto em Mossoró. A decisão de investir na formação de apicultores surgiu a partir de um diagnóstico da cadeia produtiva do mel no estado, realizado em 2002, pelo SEBRAE e pela Embrapa. O estudo revelou que, apesar do forte potencial apícola, a atividade se encontrava desorganizada. Grande parte do mel era produzida de forma extrativista, com o uso de técnicas primitivas e com a derrubada de árvores e queimadas (SEBRAE-UAGRO, 2010).

1.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E QUALITATIVAS DO MEL DE ABELHAS

A legislação brasileira (MAPA - 2000) define os padrões para o mel de abelhas melíferas, estabelecendo os requisitos mínimos de qualidade para o mel floral destinado ao consumo humano deve possuir: açúcares redutores mínimo de $65\text{g } 100\text{g}^{-1}$, umidade máxima de $20\text{ g } 100\text{g}^{-1}$; sacarose aparente para o máxima de $6\text{ g } 100\text{g}^{-1}$; sólidos insolúveis em água máximo de $0,1\text{ g } 100\text{g}^{-1}$; minerais (cinzas) máximo de $0,6\text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para o. Em relação à deterioração, o mel não deve ter indícios de fermentação, apresentar acidez máxima de 50 mil equivalentes por quilograma, teor de hidroximetilfurfural máximo de 60 mg.kg^{-1} ; a cor é variável de quase incolor a pardo-escura.

A cor do mel é uma das características que mais influencia na preferência do consumidor, que na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência, com os méis claros alcançando preços mais altos que os méis escuros. Tal é a relevância deste parâmetro que o INTERNATIONAL TRADE FÓRUM (1977) considerou a cor como uma das características do mel que tem particular importância no mercado internacional (ALMEIDA, 2002). A cor do mel está correlacionada com a sua origem floral, processamento, armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colméia (SEEMANN; NEIRA, 1988).

Outro fato importante é que a cor do mel líquido pode variar de branco-aquoso ao próximo de preto. Mel de cor clara, freqüentemente, contém pouca matéria mineral e méis escuros podem conter um maior conteúdo mineral, sendo que a cor depende também de

outros fatores. As taxas de escurecimento podem variar dependendo da composição do mel (ácidos, conteúdo de nitrogênio e frutose), cor inicial, e podem estar ligadas direta ou indiretamente à produção de HMF. A cor pode ainda ser um indicador seguro de qualidade, pois o mel torna-se mais escuro durante o armazenamento, e o escurecimento pode ser acelerado por temperaturas altas (CRANE, 1985).

O mel produzido no âmbito do clima subtropical foi relatado ter maior teor de HMF, podendo esta teoria ser constatada no trabalho de Dayrell; Vital (1991), que analisando amostras de méis brasileiros, constataram valores variando de 1,10 a 248,20 mg kg⁻¹. Esses autores mencionaram que os méis de países tropicais possuem alto teor de HMF, tornando-se fundamental a quantificação desse componente, para a verificação da qualidade do produto.

No entanto, no trabalho realizado por Bath; Singh (1999) a estatística revelou que para ambos os tipos de méis (mel de *Helianthus annuus* e mel de *Eucalyptus lanceolatus*) o tempo de armazenamento do mel teve o mais acentuado efeito sobre o conteúdo HMF seguido pela temperatura e pela duração de aquecimento, ou seja, a temperatura não é sozinha responsável pelo aumento do HMF. O teor de HMF aumenta em conformidade com o aumento da temperatura, com a associação do aquecimento, em ambos os tipos de mel. Uma parcela de interação mostra o efeito da temperatura e do tempo de armazenamento sobre os méis, pois o mel de *Helianthus annuus* aquecido a 60⁰C por 15, 30 e 45 minutos apresentaram teor de HMF de 5,08; 5,2 e 6,13 mg /100g, respectivamente. No segundo tipo de mel a relação foi de 2,28; 2,6 e 2,97 mg/100g de mel de *Eucalyptus lanceolatus* aquecido sob similar condições. O mel aquecido a 60⁰C *Helianthus annuus* para 15, 30 e 45 minutos apresentaram teor de HMF 61,15; 63,4 e 64,52 após 12 meses armazenamento e o mel de *Eucalyptus lanceolatus* em condições semelhantes apresentou 17,1, 19,71 e 20,20 mg/100g. Com base nestas informações podemos concluir que o conteúdo de HMF em ambos os tipos de mel aquecido sob diferentes condições após 12 meses de armazenamento aumentou, portanto o HMF é um parâmetro não apenas de avaliação da variação da temperatura sobre o mel, mas também do tempo de prateleira, ou seja, a idade e as condições de armazenamento que está exposto.

Os méis que ultrapassam o limite máximo de 20% de umidade, permitida pela legislação brasileira, são desclassificados como mel de mesa. Provavelmente, os méis tenham sido colhidos antes da operculação total dos favos, o que explicaria a alta umidade do produto final (MORETE et al., 2009). A explicação para o elevado teor de água encontrado poderia ser a colheita do mel oriundo de favos não operculados ou o período de armazenamento longo,

podendo assim, o mel ter absorvido umidade do ambiente (MARCHINI; MORETI; OTSUK, 2005). A determinação da umidade em méis por refratometria é um método simples, rápido e reprodutível e, por essa razão é utilizado com sucesso rotineiramente no controle de qualidade do mel (SANCHEZ et al., 2010)

Para Zamora; Chirife; Roldán (2006) a maioria dos méis é uma solução supersaturada por soluções de glicose, esse açúcar pode cristalizar espontaneamente na temperatura ambiente sob a forma de mono-glicose. A cristalização de mel, comumente chamada de granulação, reduz o teor de glicose (soluto) onde razão glicose/água (G/A) é alterada, portanto, aumenta a granulação liberando moléculas de água e aumentando a atividade de água que pode permitir que células de leveduras naturalmente multipliquem-se, causando fermentação de mel. Quase todos os tipos de mel, que se cristalizam no ambiente, formam uma granulação uniforme, enquanto outros vão deixar uma porção líquida no topo e outra granulada mais abaixo favorecendo a multiplicação de microrganismos.

Outra característica física de importância prática é a densidade, onde a densidade do mel é expressa pela massa de um material por volume de unidade é normalmente expressa em gramas por centímetros cúbicos (g/cm^3). Os méis maduros apresentam densidade de 1,40 e 1,44 g/cm^3 a 20 °C (CRANE, 1985). Por causa da variação na densidade às vezes é possível observar a estratificação distinta de mel em grandes tanques de armazenamento, água sendo formada na parte superior do mel e granulações na porção inferior, ou seja, uma maior densidade no fundo do tanque e menor densidade na parte superior. Essa separação inconveniente pode ser evitada quando a mistura dos méis é feita de maneira correta e completa (BOGDANOV, 2004). De acordo com a sua origem botânica e das características climáticas o mel pode variar de coloração, densidade, sabor, aroma (CRANE, 1985; GALÁN-SOLDEVILLA et al., 2005).

A identificação de proteína do mel ou reação de Lund fundamenta-se no fato do ácido tânico precipitar as substâncias albuminóides (proteínas) que são componentes normais do mel (KOMATSU et al., 2002). Segundo Bath e Singh (1999) a variação do valor das proteínas presentes no mel ocorre em função de sua origem floral, constatando médias 0,036 e 0,65% para os de flores de *Helianthus annuus* e *Eucalyptus lanceiolatus*, respectivamente. Já no Brasil, Komatsu et. al., (2002) verificaram que amostras de méis do Estado de São Paulo apresentaram valores baixos também para os teores de proteínas, da ordem de 0,5% para os méis silvestre, 0,6% para os méis Eucalipto e 0,4% para os méis de Laranjeira.

Outras características qualitativas importantes no mel e reação de Fiehe, fermento diastásico e reação de Lugol; segundo a interpretação adotada pelo Instituto Adolfo Lutz, (2005) na presença de fermentos diastásicos (mel natural não aquecido acima de 45°C), aparecerá uma coloração verde oliva ou castanha. Para o teste de Fiehe, a solução deve permanecer incolor (méis adulterados apresentam coloração vermelho-cereja) e no teste de Lugol (qualitativo de dextrina), méis fraudados pela adição de açúcar comercial apresentam coloração vermelha ou violeta.

Para Bogdanov; Ruoff; Oddo (2004) todos os méis são ácidos, com um valor de pH em geral situada entre 3,5 e 5,5, devido à presença de ácidos orgânicos que contribuem para o sabor do mel e contribuem para a sua estabilidade, frente ao desenvolvimento de microrganismos (Marchini et. al; 2004). Os métodos para a determinação da acidez livre podem ser por titulação com hidróxido de sódio e o eletrodo inserido na solução de mel titulando até alcançar o pH 8.3 ou uma equivalência ao a ponto de viragem (BOGDANOV et al., 1999). A acidez fornece um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, pois no processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, a concentração dos íons de hidrogênio, apresenta-se quase sempre alterada, revelando assim, na medição dessa concentração, seu estado atual de conservação (INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL, 2005).

O teor de sólidos insolúveis em água em méis é considerado no controle de qualidade como um índice de pureza, de acordo com a legislação vigente estabelecida pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000); quanto aos aspectos macroscópicos e microscópicos, o mel deve ser isento de substâncias estranhas de qualquer natureza, tais como: insetos, larvas, grãos de areia e outros.

Os parâmetros de umidade, HMF e sólidos insolúveis não devem ser considerados representativos da natureza do mel, mas sim indicadores de sua manipulação adequada e frescor (PARAMÁS et al., 2000).

A análise da condutividade elétrica – CE é um útil parâmetro de qualidade para a classificação de mel unifloral, que pode ser determinado por uma instrumentação de custo relativamente baixo. Tal parâmetro foi confirmado pelas pesquisas de Oddo; Piro et al., (2004). O Codex Alimentarius Standard (2001) refere-se que a condutividade elétrica não pode ir além do limite de 0,8 mS / cm. No trabalho de Bogdanov (1999) os valores de

condutividade elétrica variaram de 0,155 a 0,253 mS cm⁻¹, com uma média de 0,205 mS.cm⁻¹ estando dentro do limite estabelecido pelas normas internacionais acima citadas.

Os açúcares são os componentes principais do mel, compreendendo cerca de 95% do peso seco de mel. A quantidade relativa dos dois monossacarídeos frutose e glicose é útil para classificação do mel monofloral, bem como a frutose, glicose (ODDO; PIRO et al., 2004). Moreira; De Maria (2001) descreve que o mel é uma solução concentrada de dois monossacarídios: D-frutose e D-glicose. Para entender a origem desses monossacarídios nos méis florais é necessário conhecer a composição de glicídios do néctar. Além disso, é também necessário entender a ação da enzima invertase que catalisa a hidrólise da sacarose liberando frutose e glicose. Com base no que foi relatado acima, é fácil perceber que a frutose e a glicose existentes no mel podem já estar presentes, em maior ou menor grau, nos substratos utilizados para gerar esse produto ou podem ser produzidos pela inversão da sacarose através da ação da enzima invertase. Ao todo 15 dissacarídeos foram descritos na literatura como constituintes da matriz mel. Alguns dissacarídeos, entretanto, ainda carecem de estudos mais detalhados para sua confirmação como glicídios do mel.

A porcentagem de cinzas encontrados no mel manifesta a sua riqueza em material mineral, e constitui um parâmetro freqüentemente usado em determinações destinadas a verificar a qualidade do mel (MARCHINI et al., 2007). Segundo Bogdanov (1999) o conteúdo de cinzas no mel é um critério de qualidade e está relacionado com a sua origem botânica. Assim o mel de origem floral tem menos cinzas que o mel de melato. Em trabalhos para determinar o teor de cinzas, autores como Sodré (2000) e Marchini (2004) observaram valores que estão numa faixa de variação de 0,02 a 0,9% para méis de diferentes origens

1.4 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO MEL DE ABELHAS

De acordo com ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993), a percepção das características sensoriais de alimentos se dá através de sinais elétricos que são enviados ao cérebro pelo sistema nervoso, por meio de uma corrente de neurônios. Num primeiro estágio, certa quantidade de informações sobre o estímulo é registrada pelos receptores sensoriais. Os receptores visuais geram energia elétrica em resposta à luz, o tato e a

audição respondem à energia mecânica (pressão e vibração) e o gosto e o odor são especializados em receber energia química.

A análise sensorial é uma ferramenta moderna utilizada para o desenvolvimento de novos produtos, reformulação dos produtos já estabelecidos no mercado, vida de prateleira (*shelf life*), determinação das diferenças e similaridades apresentadas entre produtos concorrentes, identificação da preferência dos consumidores por um determinado produto e, finalmente para otimização e melhoria de qualidade (DELLA MODESTA, 1994)

A doçura ou o sabor do mel é relacionado com seu aroma e ambas as características dependem de quantidades diminutas de substâncias complexas no mel, derivadas das suas fontes vegetais. Méis mais suaves, branco-aquoso (cada um com sabor distinto), são colocados em primeiro lugar, acima daqueles mais fortemente saborosos e aromáticos, por último (CRANE, 1985).

A análise sensorial é uma técnica de avaliação de atributos perceptíveis pelos órgãos do sentido (atributos organolépticos) e é usada em muitos campos, permitindo estabelecer o perfil organoléptico de diversos produtos, indicando a preferência do consumidor (PIANA et al., 2004). As características sensoriais estimulam os sentidos e provocam vários graus de reações de desejo ou rejeição, em que o consumidor escolhe um alimento pelo seu nível de qualidade sensorial (ARAÚJO et al., 2000).

1.5 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DO MEL DE ABELHAS

Novas tecnologias de uso do mel estão ampliando as oportunidades de mercado. No entanto, novos requisitos microbiológicos relacionados à qualidade e segurança podem ser associados com essas oportunidades. Uma compreensão mais abrangente das características microbiológicas do mel é necessária, para que o mel seja utilizado em novas formas de consumo (SNOWDON; CLIVERB, 1996).

Quando se trabalha com mel, é comum encontrar variações nas suas características, tendo em vista que variados fatores interferem na sua qualidade, como condições climáticas, estágio de maturação, espécie de abelha, processamento e armazenamento, além do tipo de florada (SILVA; QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2004).

Os microrganismos de interesse para a indústria de processamento de mel são aqueles que resistem às altas concentrações de açúcar, acidez, baixa atividade de água. Estes microrganismos podem ser colocados em duas categorias: a primeira categoria microrganismos que são comumente encontrados no mel (certas estirpes de leveduras e bactérias formadoras de esporos), a segunda categoria são os microorganismos capazes de indicar a qualidade sanitária e comercial (coliformes ou leveduras), poderiam causar a doenças aos consumidores (Snowdon; Cliverb, 1996). Estes autores também descrevem as prováveis fontes primárias e secundárias de contaminação microbiana do mel que são:

As fontes primárias de contaminação microbiana do mel incluem o pólen, o trato digestivo das abelhas melíferas que possuem fungos responsáveis pela digestão das abelhas (*Penicillium e Mucor*), poeira, ar, terra e flores. As fontes secundárias de micróbios no mel são susceptíveis a ser a mesma que para outros alimentos. Possíveis rotas de transmissão em mel extraído incluiriam ar (na casa de mel ou quando o mel está sendo embalado), manipuladores de alimentos (a partir de infecções cutâneas, espirros ou contaminação fecal), contaminação cruzada (em grande parte de animais ou produtos de origem animal), e equipamentos (incluindo os resíduos de comida e água). Pisos e paredes também podem ser reservatórios de micróbios que entram alimentos. Milhares de UFC de micróbios vegetativo (que não são esperados no mel e não pode crescer em mel) por grama pode indicar recente contaminação do mel por meio de uma fonte secundária. As fontes secundárias de contaminação são controladas por padrão e saneamento boas práticas de fabricação. Numerosos textos e manuais foram escritos sobre este assunto. Estas medidas de controle foram desenvolvidas pelos alimentos processados produtos da indústria e também são aplicáveis aos produtos que recebem pouco ou nenhum processamento.

Fisiologicamente, bolores e leveduras adaptam-se a sobrecargas mais severas que a maioria dos microrganismos, podendo crescer em substratos com concentrações de açúcares intoleráveis para as bactérias, já que não são tão sensíveis às altas pressões osmóticas. Podem também tolerar e crescer em concentrações altas de ácidos, suportando variações de pH entre 2 e 9, embora o ótimo para a maioria das espécies esteja situado em torno de 5,6 (LACAZ-RUIZ, 2000).

Já o grupo coliforme, mais especificamente os coliformes a 35°C (coliformes totais), é composto por bactérias gram-negativas não esporuladas, fermentadoras de lactose, com produção de ácido e gás em faixa de temperatura que varia entre 32° e 37°C. Por sua vez, os

coliformes a 45°C (coliformes fecais) constituem um subgrupo dos coliformes totais, cujo habitat natural é o trato intestinal dos animais homeotérmicos e que, do ponto de vista sanitário, funcionam como indicadores capazes de evidenciar com uma maior probabilidade que o alimento tenha entrado em contato com material de origem fecal (SILVA et al., 2007).

Bogdanov, (2006) descreve de forma bem clara a importância do conhecimento das fontes de contaminação do mel e a importância da prevenção dessas fontes; para este autor o mel é um dos produtos apícolas que têm a imagem de ser natural saudável e limpo. No entanto, produtos da abelha são hoje produzidos em um ambiente, poluído por diferentes fontes de contaminação. No passado recente, as notícias sobre "O mel contaminado" foi distribuído pela os meios de comunicação de massa. O exemplo mais recente foram as notícias sobre méis contaminados com antibióticos. Essas mensagens prejudicam a imagem do bom mel. Assim, é de extrema importância para os apicultores localizar e excluir as diferentes fontes de contaminação.

O problema da relacionado com a ingestão dos esporos de *Clostridium botulinum* é causado pela ingestão de alimentos contendo potentes neurotoxinas formadas durante o crescimento desse microorganismo. Os esporos de *C. botulinum*, considerados inofensivos quando ingeridos por adultos saudáveis, pode causar uma doença toxigênica quando ingeridos por crianças com menos de 01 ano de idade, nos quais a ingestão de esporos pode germinar multiplicar e produzir a toxina na luz intestinal. O mel é o único alimento contendo esporos de associação causal com o botulismo infantil, mas para a maioria dos casos a origem dos esporos causadores permanece obscura (MIDURA; ARNON, 1976).

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO FILHO, F. G.; GONÇALVES, J. C. Flora apícola e mel orgânico. In: _____. VILELA, S. L. O. **Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí, Teresina:** Embrapa Meio-Norte, 2000. Cap. 3. 121p.

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

ARAÚJO, A. H.; FONTENELE, A. M. M.; MOTA, A. P. M.; DANTAS, F. F.; VERRUMABERNARDI, M. R. Análise sensorial de água de coco in natura em comparação à pasteurizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. Fortaleza, 2000. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v.1. p.44.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806:** Alimentos e Bebidas - Análise sensorial dos alimentos e bebidas Rio de Janeiro, 1993. 81p.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M. A .A.; SOUZA, S. R.; DUTRA, V. M. L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. **Food Chemistry.** v.80, n. 2, p. 249–254, 2003.

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

BATH, P. K.; SINGH, N. A comparison between *Helianthus annus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Bee Wold**, v. 80, n. 2, p. 61-69,1999.

BAYMA, A. B. **Perfil sensorial e instrumental de méis silvestres de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) das cinco Mesorregiões do Estado do Maranhão**. 2008. 123p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2008.

BOGDANOV, S.; RUOFF, K.; et. al. ODDO L. P. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: A Review. **Apidologie**. v. 35, n.1 p. 4–17, 2004.

BOGDANOV, S.; MARTIN P. Honey authenticity. **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene**. v. 93, p. 232-254, 2002.

BOGDANOV, S.; LULLMANN, C; MOSSEL, B. L.; D'ARCY, B. R.; RUSSMANN, H.; VORWOHL, G; ODDO, L. P.; SABATINI, A. G.; MARCAZZAN, G. L.; PIRO, R.; FLAMINI, C.; MORLOT, M.; LHERETIER, J.; BORNECK, R.; MARIOLEAS, P.; TSIGOURI, A.; KERKVLIT, J.; ORTIZ, A.; IVANOV, T.; VIT, P.; MARTIN, P. AND VON DER OHE, W. Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. **Bee World**. v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.

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

BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro/2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. (Available at: <http://www.Agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo>).

CARNEIRO; K. Apicultura começa a ganhar força no Sertão da Paraíba. SEBRAE Notícias; agosto 2006. Disponível em: [http://www. SEBRAE-PB.com.br/noticias.jsp? pagina = noticia&idNoticia = 956&idCategoria=2](http://www.SEBRAE-PB.com.br/noticias.jsp?pagina=noticia&idNoticia=956&idCategoria=2). Acesso em dezembro 2009.

Codex Alimentarius Standard (2001), Codex standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods, Volume 11. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net>>. Acesso em: 14 Junh. 2009).

CONTI, M. E. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. **Food Control**. v.11, n.6, p.459-463, 2000.

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

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. 1 reimpressão. São Paulo: Nobel, 1985. 226p

DAYRELL, I. O.; VITAL, N. C. Comparação entre dois métodos oficiais para determinação de hidroximetilfurfural (HMF) em mel brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 1, n. 1, p. 137-141, 1991.

DELLA MODESTA, R. C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: geral**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1994. t. 1. p. 115.

GALÁN-SOLDEVILLA, H.; RUIZ, M. P.; JIMÉNEZ, S. S.; M. VILLAREJO, J.; MANZANARES, A. B. Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. **Food Quality and Preference**. v. 16, n. 1, p. 71–77, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. v. 1, 4 ed. Brasília, 2005. 1018p.

KISS, J. Boas Companheiras, a apicultura brasileira busca eficiência e produtividade das abelhas na tentativa de ampliar a sua participação no mercado internacional. **Globo Rural**, a palavra do campo. São Paulo: Ed. Globo S.A, n. 260, p. 52 – 59, 2007.

KOMATSU, Sonia S.; MARCHINI, L. C. e MORETI, A. C. de C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L; 1758 (Hymenoptera, Apidae) no Estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 22, n.2, p. 143-146, 2002.

LACAZ-RUIZ, R. **Manual prático de microbiologia básica**. São Paulo: EDUSP, 2000. 136 p.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S. E MORETI, A. C. C. C. et al. **Mel brasileiro**: Composição e Normas. A. S. Pinto, Ribeirão Preto-SP. 2004. p.111.

_____. MORETI, A. C. de C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n.1, p.8-17, 2005.

_____. MORETI, A. C. DE C. C.; OTSUK, I. P. E.; SODRÉ, G. DA S. Physicochemical composition of *Apis mellifera* honey samples from São Paulo state, Brazil. **Química Nova**. v. 30, n. 7, p.1653-1657, 2007.

MORETI, A. C. DE C. C.; SODRÉ, G. DA S.; MARCHINI, L. C.; OTSUK, I. P. E. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, Brasil. **Ciência agrotecnologia Lavras**, v. 33, n. 1, p.191-199, 1999.

MERCOSUL/GMC/RES no 15/94. Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Mel. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1994-015.pdf> Acesso em: 04 fev. 2010.

MIDURA, T. F.; ARNON S. S. Infant botulism: identification of *Clostridium botulinum* and its toxin in faeces. **Lancet**. p.934–936, 1976.

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

ODDO - PERSANO, L.; PIRO, R. with the collaboration of: Main European unifloral honeys: descriptive sheets. **Apidologie**,v. 35, p.38–81. 2004

OLIVEIRA, A.; MARTINS, J.; DINIZ FILHO, E.; LIRA, J.; PONTES, F. Perfil dos produtores familiares de mel no Município de Messias Targino - RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** [Online], 2007, v.2, n.2, p.162-170. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/82>>. Acessado em: Acesso em: dez. 2009

OLIVEIRA, M. Desafios e oportunidades para o mel brasileiro. In: Revista **SEBRAE Agronegócios**. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, n. 3, p.36-37, maio de 2006.

PARAMÁS; A. M G.; BÁREZ. J. A. G.; GARCIA-VILLANOVA, R. J.; PALÁ, T. R.; R. A. & SÁNCHEZ, J. S. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p.157-165, 2000.

PERÉZ, C.; CONCHELLO, P.; ARIÑO, A; PILAR; ARIÑO, A.; JUAN, T.; UCAR, A.; HERRERA, A. Estudio de algunos parametros físico quimicos en mieles monoflorales de Zaragoza. **Alimentaria**. v.27, n.213, p.59-61, 1990.

PIANA, M. L.; PERSANO, O. L.; BENTABOL, A.; BRUNEAU, E.; BOGDANOV, S.; DECLERCK, C. G. Sensory analysis applied to honey: state of the art. **Apidologie**, v. 35, n.1 p.26 -37, 2004.

RIO GRANDE DO NORTE (RN- Estado). Instituto de Defesa do Meio Ambiente (IDEMA). Perfil do Estado do Rio Grande do Norte. Aspectos Físicos. Natal, 2002. 86 p. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

SANCHEZ, V.; BAEZA, R.; CIAPPINI, C.; ZAMORA, M. C. AND CHIRIFE, J. Comparison between Karl Fischer and refractometric method for determination of water content in honey. **Food Control**, v. 21, p. 339 – 341, 2010.

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colméia – Relatório Completo – Série Mercado. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, 2006. 245 p.

SEBRAE-UAGRO. Exportações - Considerações sobre a conjuntura do mercado internacional. SEBRAE-UAGRO, março de 2010. Disponível em: [http:// www. sebrae. com.br/ setor /apicultura/ sobre-apicultura/ mercado /exportacoes/](http://www.sebrae.com.br/setor/apicultura/sobre-apicultura/mercado/exportacoes/). Acesso em maio 2010.

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

SILVA, C. L. DA; QUEIROZ, A. J. DE M. & FIGUEIREDO, R. M. F. de. Caracterização físico-química de méis produzidos no estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.8, n.2, p.260-265, 2004.

SILVA, N. DA; JUNQUEIRA, V. C. A.; JUNQUEIRA, N. F. A.; TANIWAK, M. H.; SANTOS, R. F. S. DOS; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo. Livraria Varela, 2007, Ed. 3^a, p.552.

SODRÉ, G. da S. Características físico-químicas e análises polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L; 1758 (Hymenoptera:Apidae) da região litoral norte do Estado da Bahia. Piracicaba, 2000. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

TERRAB A.; RECAMALES A. F.; HERNANZ D; HEREDIA F. J. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**. v. 88, p. 537-542, 2004.

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**. v. 17, n.1, p. 59–64, 2006.

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J.; ROLDÁN, D. On the nature of the relationship between water activity and % moisture in honey. **Food Control**. v. 17, n.8, p. 642-647, 2006.

2 CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO MEL DE ABELHA (*Apis mellifera* L.) PRODUZIDO DO SEMI ÁRIDO, NORDESTE DO BRASIL.

RESUMO: Visando verificar se cumprem especificações de qualidade determinadas pelas diretrizes nacionais (Brasil, 2000) e internacionais (Codex, 2001 e o MERCOSUL (GMC 89/99), foi avaliada a qualidade dos méis de *Apis mellifera* L. produzidos no semi-árido brasileiro. As 73 amostras foram analisadas com base nos parâmetros físico-químicos, sensoriais, testes qualitativos como Fiehe, fermento diastásico e Lugol. As amostras foram coletadas nas casas de mel, em torno de 250 ml por apicultor no período março de 2008 a setembro 2009). Os resultados obtidos com relação aos parâmetros: a cor com predominância de 36% de âmbar claro, umidade ($20,16\% \pm 3,44$), a_w ($0,62\% \pm 0,027$), sólidos insolúveis ($0,33 \pm 0,311$), cinzas ($0,15\% \pm 0,086$), densidade ($1,40 \text{ g.cm}^{-1} \pm 0,034$), pH ($3,39 \pm 0,49$), acidez livre ($38,07 \text{ meq/kg} \pm 16,45$), açúcares redutores ($63,24\% \pm 10,25$), sacarose ($5,67\% \pm 1,018$), HMF ($10,94 \pm 4,91 \text{ mg/kg}$), Lund ($0621 \pm 0,257\%$) e condutividade elétrica ($0,36 \text{ mS/cm} \pm 0,125$). A Legislação Brasileira (2000), não contempla parâmetros como condutividade, atividade água, pH, densidade e Lund. Além disso, algumas dessas características, como a atividade de água, densidade e pH, não estão regulamentadas no Codex (2001) e nem no MERCOSUL (GMC 89/99). Todas as amostras analisadas apresentaram resultados negativos para o teste qualitativo, indicando que não foram submetidas a condições de aquecimento, nem adição de xaropes e amido. Os valores HMF, acidez, cor, cinzas estiveram de acordo com o que determina Brasil (2000) Codex (2001) e MERCOSUL (GMC 89/99), já o parâmetro para condutividade está de acordo com o que determina o Codex (2001).

Palavras Chave: *Apis mellifera* L; Análise de mel, Físico-química, Sensorial

2.1 INTRODUÇÃO

O mel é um dos alimentos mais complexos produzidos pela natureza e, certamente, o único agente edulcorante que pode ser utilizado para consumo humano, sem transformação. O mel é produzido pelas abelhas a partir de carboidratos contendo exsudados produzidos pelas plantas (TERRAB et al., 2004).

A qualidade do mel de abelhas *Apis mellífera* L. é determinada principalmente pelas características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais. Nos últimos anos, a caracterização do mel por meio das características citadas recebeu uma crescente atenção (CONTI, 2000; AZEREDO et al., 2003; TERRAB et al., 2004; CORBELLA; COZZOLINO, 2006 e ZAMORA; CHIRIFE; ROLDÁN, 2006). Internacionalmente, os critérios de qualidade do mel estão especificados nos órgãos reguladores, compilados em um dos Codex Alimentarius Standard (2001). No Brasil, o mel comercializado deve estar adequado com o que é descrito pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel contido na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); já os padrões para a comercialização no MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) que englobam os países de Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai são estabelecidos pela resolução GMC/RES nº 15/94.

A necessidade de fixar a identidade e qualidade do mel destinado ao consumo humano é discurso de muitos autores; mas outro ponto de fundamental importância é a harmonização dos regulamentos técnicos, ou seja, a padronização dos valores para características avaliadas que levam em consideração as diferenças regionais. Vários fatores como condições climáticas, estágio de maturação, espécies de abelhas e tipo de florada determinam variações na composição física e química do mel (PÉREZ et al., 2007). Desta forma, deve haver legislações mais específicas para os méis das diferentes regiões e com um número maior de características avaliadas; os limites propostos devem ser apresentados como faixas de aceitação e não números fixos. Essas características (físicas, químicas e microbiológicas), e valores encontrados, mesmo que estejam presentes em todas as legislações, devem ter correlação direta com o tipo de abelha e região produtora o que tenderá a eliminar os obstáculos na comercialização gerados pelas diferentes legislações vigentes.

A obtenção de parâmetros físico-químicos de méis é de grande importância para sua caracterização (Serrano et al., 2004), bem como é primordial para garantir a qualidade desse produto. Além disso, é de fundamental importância a caracterização regional de méis, levando-se em consideração a grande diversidade botânica e a variação climática de cada região (TERRAB; DÍEZ; HEREDIA, 2002).

Devido à diversidade dos méis existentes no Brasil, é necessária uma caracterização e, posteriormente, criação de padrões de acordo com fatores vegetais, edáficos e climáticos das respectivas regiões em que são produzidos, pois, com uma caracterização e padronização coerentes com suas condições ambientais, ter-se-ão subsídios para melhorar a qualidade do mel produzido, e dar garantias do produto ao consumidor controlando possíveis fraudes desse produto (MARCHINI; SODRÉ; MORETI, 2004).

Além da análise físico-química a análise sensorial permite estabelecer o perfil organoléptico de diversos produtos (alimentos, cosméticos, produtos farmacêuticos, têxteis, produtos de uso doméstico), e pode ser útil em saber como elas são percebidas pelo consumidor (PIANA et al., 2004).

Esses fatos indicam a necessidade de uma caracterização detalhada dos méis brasileiros. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho foi analisar as características físico-químicas e sensorial (cor, aroma, presença ou ausência de impurezas) bem como os testes qualitativos (prova de Fiehe, reação de Lugol, fermentos diastásicos, prova de Lund e hidroximetilfurfural - HMF) de amostras de mel de *Apis mellifera* produzidas no semi-árido, da região nordeste do Brasil, visando verificar se estes cumprem especificações de qualidade determinadas por órgãos fiscalizadores nacionais e internacionais, que coordenam os aspectos físicos (cor, umidade, atividade de água, densidade, cinzas e sólidos insolúveis), químicos (pH, acidez livre, açúcares redutores, sacarose, condutividade elétrica - CE).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do estudo

O Estado do Rio Grande do Norte está localizado no hemisfério sul ocidental, e seus pontos extremos são limitados pelos paralelos de 4° 49'53" e 6° 58'57" de latitude sul e pelos meridianos de 34° 58'03" e 38° 36'12" de longitude oeste de Greenwich. Como se percebe, o Rio Grande do Norte está situado próximo ao Equador, o que lhe confere clima semi-árido dominante, de forma quase contínua, todo o interior do Estado e parte do Litoral, caracterizado por sua baixa precipitação pluviométrica, em torno de 400 a 600 mm por ano, distribuídas as chuvas nos meses de janeiro a abril. A temperatura média anual do Estado está em torno de 25,5°C, com máxima de 31,3° e mínima de 21,1°, umidade relativa do ar apresenta uma variação média anual entre 59 e 76%. São regiões sujeitas à seca e com maior influência dos ventos alísios secos do Nordeste, que incidem no Litoral Norte e se interiorizam pelo território potiguar. A vegetação é composta de espécies xerófilas e na sua maioria caducifólias, de porte pequeno, com estratificação arbórea arbustiva, espinhenta e, por ocasião das chuvas, apresenta um estrato herbáceo bastante desenvolvido. É a vegetação mais característica do Estado que é caatinga. (RIO GRANDE DO NORTE, 2002).

O Rio Grande do Norte está dividido em quatro mesorregião (Figura 2), o Oeste Potiguar é uma das quatro mesorregiões do estado brasileiro do Rio Grande do Norte e é a segunda mais importante e segunda mais populosa. A mesoregião do Oeste Potiguar é formada pela união de 62 municípios agrupados em sete microrregiões.



Fonte: IDEMA - Instituto de desenvolvimento sustentável e meio ambiente do RN- 2006

Figura 2: O Rio Grande do Norte está dividido em quatro mesorregiões

2.2.2 Obtenção das amostras

Foram coletadas 73 amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* em diferentes casas de mel do semi árido do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O período de coleta foi de março de 2008 a setembro 2009, em torno de 250 ml por apicultor em frascos de vidros estéreis e analisados 48 horas após cada coleta. E os frascos foram rotulados com informações sobre o local de produção e, em seguida levados para o Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA), situado no Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), campus Mossoró. Foram realizadas três repetições por amostra para cada parâmetro a ser analisado, sendo realizadas análises sensoriais (caracterização organoléptica) e outra constando dos testes de pureza e integridade. As características sensoriais são características que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, sendo tais características importantes na avaliação do estado de conservação dos alimentos que freqüentemente são sujeitos este exame para verificar se estão em boas condições para o consumo.

2.2.3 Descrição das metodologias de análises físico - químicas

A determinação da atividade de água foi realizada pelo emprego do equipamento Testo, modelo 650, à temperatura constante ($24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), em triplicata, que é um medidor de atividade de água adequado para controle de qualidade em alimentos, seguindo as recomendações do fabricante (TESTO, 2009).

A umidade foi determinada logo após a colheita das amostras por refratômetro manual ATAGO HONEY (ATAGO Co; 2007), específico para mel (luz natural, temperatura ambiente). O referido aparelho foi adaptado do refratômetro Abbé. O método baseia-se no fenômeno da refração (relação entre as velocidades da luz no vácuo e numa substância) que um raio de luz incidente sofre ao incidir na solução de mel, que contém sólidos solúveis e com leitura digital da análise, conforme o método nº 969.38 (AOAC, 1995) recomendado pela Instrução Normativa do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000).

Para determinação do pH pesou-se 10g de mel e diluiu-se com 75 ml de água destilada, aferiu-se com o pHmetro (MARCHINI et al., 2004). A acidez livre foi determinada de acordo com o método nº 962.19 da AOAC (1995), que se baseia na titulação da amostra, com solução de NaOH 1N, até atingir o pH 8,5, utilizou-se uma solução de mel preparada para a determinação de pH. Adicionou-se a solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,3. Anotou o volume gasto. Calculou segundo a fórmula Acidez em m.e.q./kg = $V \times f \times 10$, onde o V = ml de solução de NaOH 0,1 N gastos na titulação e o f = fator da solução de NaOH 0,1 N.

A condutividade elétrica foi obtida em uma solução a 20% de matéria seca de mel a 20°C (Marchini et al., 2004). Para tanto foi utilizado o condutivímetro Hanna, modelo HI 8820, para obtenção dos dados.

Na determinação dos açúcares redutores, também se seguiu a metodologia de Marchini et. al; (2004), a qual é uma modificação do procedimento de Lane e Eynon (1923), envolvendo a redução da solução de Fehling, durante a titulação no ponto de ebulição com uma solução de açúcares redutores do mel, usando-se azul de metileno como indicador. A sacarose foi mensurada após a inversão por hidrólise ácida, conforme recomendado Marchini et al., (2004).

Para determinar o teor de Hidroximetilfurfural (HMF) do mel, as amostras foram tratadas com um agente de clarificação (Carrez), o volume foi completado para 50 mL, e a solução foi filtrada. A absorbância da solução filtrada foi medida em 284 e 336 nm em espectrofotômetro tratado com alíquota bissulfito (branco) adaptação da metodologia do método padrão da AOAC (1995) Método Oficial 980.23.

O teor de cinzas fundamenta-se na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado até no máximo 550°C, com destruição da matéria orgânica sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização pelo método pelo método da AOAC Official Methodo 920.181.

A análise de sólidos insolúveis fundamenta-se na insolubilidade na água da cera, grãos de pólen e outros componentes normais do sedimento do mel. Pesou-se 20g de amostra e diluir com um pouco de água Aquecida a 60 °C. Filtrou em papel de filtro previamente seco em estufa a 105°C por 1 hora, esfriado em dessecador e pesado. Lavou-se o papel filtro com água morna até ausência de açúcares. Secou-se em estufa a 80 °C até peso constante. O cálculo realizado foi % insolúveis = $P \times 100$ dividido pelo P', onde o P = peso dos insolúveis em gramas

e o P' = peso da amostra em gramas. Esta análise foi realizada segundo o método CAC (1990), determinou-se o teor de sólidos insolúveis em mel, por gravimetria, de acordo com a recomendação do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 2000).

A densidade relativa foi medida por picnometria, sendo colocadas alíquotas de mel em picnômetro, com capacidade de 10 ml já calibrados e preenchidos com os extratos ajustados a temperatura de 25°C. Os resultados foram obtidos pelo quociente entre a massa obtida dos méis divididos pelo seu volume, segundo estabelecido na Farmacopéia Brasileira (1988).

Para prova Lund Pesou-se 2g da amostra para um cone graduado de 50 mL. Adicionou uma solução de 5 mL ácido tânico a 0,5% e agitou e deixou em repouso por 24 horas. Na presença de mel puro formar-se-á um depósito de 0,6 a 3,0mL na presença de mel adulterado não haverá a formação de depósito ou este será desprezível (IAL, 2005).

A classificação da cor dos méis foi verificada através do colorímetro Hanna (modelo C221 Honey Color Analyzer) o qual mede a porcentagem de transmitância de luz através do mel. Para realizar as medições foi necessária a utilização de cubetas ópticas. O resultado da medição foi expresso diretamente em mm Pfund, cujo resultado é mostrado no visor do colorímetro e comparado com a Escala de Pfund.

Quadro 1:Classificação Comercial da Cor do Mel e sua correlação com Escala de Pfund.

Classificação da cor do mel segundo Pfund. Cor	Escala de Pfund
Branco d água	1 a 8 mm
Extra branco	Mais de 8 a 17 mm
Branco	Mais de 17 a 34 mm
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50 mm
Âmbar claro	Mais de 50 a 85 mm
Âmbar	Mais de 85 a 114 mm
Âmbar escuro	Mais de 114 mm

Fonte: MARCHINI et. al; 2004.

2.2.4 Análises qualitativas realizadas

Quanto ao fermento diastásico, o princípio do método fundamenta-se na hidrólise do amido pela ação das amilases existentes no mel. O critério adotado é de negativo quando a cor

for castanho claro a castanho esverdeado, nessas condições o mel esta natural. E de positivo quando apresentar coloração azul, indicando que o mel foi adulterado (IAL, 2005).

Para o teste de Lugol o critério adotado foi positivo quando a coloração se apresentar na cor vermelha ou violeta, isso se dá quando tem açúcar comercial no mel, a intensidade da cor irá depender da qualidade e quantidade de dextrinas presentes no açúcar comercial. Negativo quando não houver mudança na coloração (IAL, 2005).

E para o teste de Fiehe que antecede o teste de HMF, embora sendo um teste básico ele evidência presença de açúcar invertido, pode igualmente revelar mel aquecido. O critério adotado foi positivo quando a amostra apresentou coloração vermelho cereja e negativo quando a amostra não apresentou mudança de coloração (MARCHINI et al., 2004).

2.2.5 Descrição da metodologia das análises sensoriais

Para o perfil sensorial foram avaliados os atributos sensoriais de aroma, estado físico (líquido ou cristalizado), presença ou ausência de impurezas dos méis da região semi-árida. Cerca de 60 mL das amostras de méis foram colocadas em erlenmeyers de 125 ml, recobertos com papel alumínio. Cada analista aspirava na borda superior do erlenmeyer e expressava na ficha a impressão do aroma que percebia da amostra. Em seguida retirava o papel alumínio do frasco e avaliava presença ou ausência de impurezas. Foram servidas, separadamente, aproximadamente oito gramas de mel em copos descartável de 50 mL. Foram avaliadas à temperatura ambiente, acompanhados de colheres descartáveis, água e biscoito de água e sal. Os seis provadores foram orientados a avaliar primeiro pelos atributos de aroma, presença ou ausência de impureza seguida pelo de sabor, e fazer a limpeza do palato entre uma amostra e outra.

Todas as amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos. Os provadores possuíam uma ficha para o teste de reconhecimento de odor, sabor presença e ausência de impurezas (areia, pedaço de cera, insetos entre outros materiais estranho ao mel). Os mesmos foram orientados como proceder durante o teste, tendo um tempo máximo de 15 minutos para terminar o teste.

Esta metodologia para o diagnóstico da análise sensorial, foi proposta pelos pesquisadores envolvidos no trabalho, e os provadores envolvidos nessas análises compunham de técnicos e estudantes do Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA), situado no Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), campus Mossoró.

2.2.6 Análise estatística adotada

Todos os dados foram organizados em planilha eletrônica e as variáveis foram avaliadas inicialmente quanto à distribuição normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov para a escolha correta dos testes estatísticos (métodos paramétricos e não paramétricos). As seguintes variáveis não foram aprovadas no teste de normalidade: acidez, HMF e sólidos insolúveis.

As variáveis qualitativas serviram como determinantes de grupo para a comparação das variáveis quantitativas, adotando-se o teste t de Student para comparação de médias e o teste não paramétrico Mann-Whitney. Nos casos em que se formaram mais de dois grupos foram empregadas a Análise de variância StatSoft, Inc. (2007). O nível de confiança adotado foi de 5%.

Os resultados obtidos foram comparados às regulamentações técnicas de identidade da qualidade do mel de abelhas propostas pelas Especificações da norma brasileira (Brasil, 2000), Codex Alimentarius, 2001, MERCOSUL/GMC/RES no 15/94 e por artigos de referência.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a atividade de água (a_w) dos méis analisados, foi encontrada uma média de 0,62 $\pm$ 0,0267, cujos valores de máximo e mínimo foram, respectivamente, 0,687 e 0,510 (Tabela 01). Para Gleiter; Horn; Isengard (2006) a a_w do mel está dentro de um intervalo de 0,50 - 0,65 e é suficiente para o desenvolvimento dos microrganismos como bolores e leveduras (que deve estar em torno de 0,70) e 0,80 a 0,99 para bactérias. O mel do semi-árido brasileiro possui atividade de água que não favorece o crescimento de microrganismos, o que se torna um fator importante para o armazenamento, pois permitirá que o produto possua um maior tempo de prateleira.

Os autores supracitados constataram que a atividade de água do mel cristalizado é superior aos dos méis líquidos com o mesmo teor de umidade, ou seja, o mel pode ter uma atividade de água baixa e umidade alta, fato também observado neste trabalho, pois nas 73 amostras de méis analisadas tiveram para umidade um intervalo entre 15,90 a 30,00 % (Tabela 1) e a média observada, foi de 20,16 $\pm$ 3,44%, a qual se encontra acima do limite permitido pela instrução normativa vigente no Brasil, (MAPA, 2000) e pelo Codex Alimentarius Standard (2001) e MERCOSUL (GMC 89/99) que é de 20%. A água constitui o segundo componente em quantidade no mel, geralmente, variando de 15 a 21%, dependendo do clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação. Normalmente, o mel maduro tem menos de 18,5% de umidade (MARCHINI et al., 2004).

As 73 amostras analisadas mostraram um valor de pH médio de 3,39 $\pm$ 0,49 com um intervalo de 2,04 a 3,90. Nossos resultados diferem daqueles obtidos por Azeredo et. al. (2003) que foi de 3,65 e diferem também daqueles encontrados por Downey et al. (2005) para méis florais coletadas na Irlanda, os quais encontraram um pH médio de 4,10.

A acidez livre baseia-se na neutralização da solução ácida de mel, mediante uso de uma solução de hidróxido de sódio na presença de um indicador interno, a fenolftaleína, algumas das amostras excederam o limite de acidez permitido pela legislação nacional (Brasil, 2000) e do Codex (2001) que é de 50 meq/kg e os e 40 meq/kg para o MERCOSUL (GMC 89/99), os resultados encontrados apresentaram valores mínimos e máximos de 13,07 a 98,66 meq/kg indicando a grande variação da composição dos méis brasileiros. Além disso, o valor médio de 38,07 meq/kg (Tabela 1), também observado nesta pesquisa, pode ser tomado como

indicativo do frescor do mel. Para Finola; Lasagno; Marioli (2007) a acidez livre pode ser explicada levando em conta a presença de ácidos orgânicos em equilíbrio com os seus correspondentes lactonas, ésteres e alguns íons inorgânicos, como o fosfato.

A condutividade elétrica (CE) média encontrada foi de $0,36 \pm 0,125$ mS/cm, com um intervalo de $0,141 - 0,686$ mS/cm, estando desse modo, dentro do valor permitido pelo Codex (2001) que é de 0.8 mS/cm. De acordo com Terrab et al. (2003), a condutividade elétrica está intimamente relacionada com as concentrações de minerais (cinzas totais) sais, ácidos orgânicos e proteínas, e é um parâmetro que mostra grande variabilidade em função da origem floral do mel.

Como a condutividade elétrica varia com a origem botânica (Terrab et al., 2003); mel floral deve ter condutividade com valores abaixo de 0,8 mS/cm, enquanto mel de melato os valores devem ser maiores que 0,8 mS/cm. Como todas as amostras tiveram abaixo de 0,8 mS/cm, sugere também que méis coletados neste trabalho foram de origem floral. A CE é um parâmetro físico-químico importante que não é ainda sugerido pela Legislação Brasileira (2000) e do MERCOSUL (GMC/RES nº15/94).

No trabalho de Guler et al. 2007 os valores de todas as amostras de mel não adulterado (mel não acrescido de xarope de sacarose) investigadas estiveram de acordo com o valor reportado no Codex Alimentarius Standard (2001). Para estas circunstâncias, a CE deve ser considerada como um determinante da origem floral do mel.

O valor médio encontrado para os açúcares redutores foi de $63,2428 \pm 10,25$ g/100g com variação de 26,330 a 87,560 g/100g, os quais estão dentro do que o Codex Alimentarius Standard (2001) determina, no entanto, ficando um pouco abaixo do que exige a legislação do MERCOSUL (GMC/RES nº 15/94) e Brasil (2000). Para Terrab et al. (2004), o teor de açúcar é um parâmetro onde os valores anômalos podem ser um índice confiável de adulteração.

Com relação à sacarose, o valor médio encontrado foi de $5,67 \pm 1,0186$ g/100g com valores de mínimo e máximo 3,3000 - 8,2 g/100g. Segundo Mendes et al. (1998) os açúcares redutores, principalmente frutose e glicose, representam a maior parte da composição do mel, mas pequenas quantidades de outros açúcares também estão presentes, tais como a sacarose, maltose, trealose, melizitose e outros. Já de acordo com Azeredo et al. (2003), um maior teor de sacarose poderia ser o resultado de uma colheita precoce de mel, ou seja, a sacarose não foi convertida em frutose e glicose.

O hidroximetilfurfural (HMF) é amplamente reconhecido como uma avaliação do frescor do mel e/ou superaquecimento, essa característica do mel está relacionada à sua qualidade de processamento, ou seja, se sofreu superaquecimento ou adição de xarope de milho, ou teve condições inadequadas de armazenamento ou de colheita (BARONI et al., 2009). No presente estudo, nenhuma das amostras ultrapassou os limites estabelecidos nas legislações vigentes para este parâmetro, cujos valores encontrados foram $10,94 \pm 4,91$ mg/Kg e com variação de 3,14 – 21,11 mg/Kg.

Verificou-se que neste estudo, o conteúdo do HMF, foi sempre inferior a 40 mg/kg demonstrando que não tinha sofrido grandes variações de temperatura pós-colheita mesmo sendo produzido em uma região semi-árida, ou seja, estes baixos valores demonstram que o mel era realmente fresco e que não tinha sofrido tratamento térmico (BOGDANOV; MARTIN, 2002).

Outro parâmetro que deve ser considerado como medida geral de qualidade é freqüentemente utilizada como critério na identificação dos alimentos, diz respeito ao teor de cinzas. Nas 73 amostras analisadas, verificou-se que o teor de cinzas dos méis variou de 0,01 a 0,4% valor médio $\pm$ desvio padrão, foi igual a $0,15 \pm 0,0864$ %, valores estes, semelhantes aos encontrados por Filona et al. 2007 que variaram de 0,02 a 0,18 % (valor médio $\pm$ desvio padrão = $0,063 \pm 0,036$ g%), para este autor o teor de cinzas dos méis analisados foi baixo, característica de mel floral. Segundo o autor, a alta dispersão observada no conteúdo do mel de cinzas pode indicar que os processos de colheita e/ou as técnicas da apicultura utilizadas pelos produtores não são uniformes. Outros autores têm proposto que o teor de cinzas de mel depende do material coletado pelas abelhas durante o forrageamento sobre a flora (RODRÍGUEZ et al., 2004).

O valor médio do teor de sólidos insolúveis encontrado neste trabalho foi de $0,33 \pm 0,311$ g/100g com variação 0,004 – 1,2 g/100g. Para Mendes et al. (1998) o teor de sólidos insolúveis em água, é uma fração de partículas em suspensão que representa cera e/ou insetos detritos vegetais e no mel. Todas as amostras estavam acima do limite de 0,1% como determina as legislações do Brasil (MAPA, 2000), MERCOSUL (GMC/RES nº 15/94) e Codex Alimentarius Standard (2001).

Além das características físicas - químicas dos méis, um parâmetro de grande importância que comprova a veracidade do mel, tem relação com o Prova de Lund. No presente estudo, os valores médios encontrados para tal prova, foi de $0,6212 \pm 0,2569$

variando de 0,000 - 1,300, segundo a interpretação adotada pelo IAL (1995). O teste de Lund deve apresentar depósitos de proteínas, após 24 horas em repouso, variando entre 0,6 a 3,0 mL. Os valores de máximo e mínimo encontrados para densidade foi de 1,31 - 1,45 g. cm⁻¹, próximos ao encontrado por Ouchemoukh; Louaileche; Schweitzer (2007) que variam 1,4009 - 1,4505 g. cm⁻¹.

Para todas as amostras analisadas apresentaram resultados negativos para o teste de Fiehe, Fermento diastásico e a reação de Lugol, indicando que não foram submetidas a condições severas de aquecimento, nem sofreram adição de xaropes açucarados e nem indicando que o produto não foi adulterado com amido. Os resultados da análise dos aspectos físicos (umidade, atividade de água e densidade), químicos (sólidos insolúveis, pH, acidez livre, açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural, condutividade elétrica e prova de Lund.) são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios e intervalos de confiança encontrados nas análises físico-químicas das 73 amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* na região semi-árida do nordeste do Brasil comparada com os valores estabelecidos pelas normas vigentes nacionais e internacionais.

Variável	Media + DP	Mín***.	Max***.	*Brasil (2000)	*CODEX	*MERCOSUL
Atividade de água	0,620±0,027	0,510	0,687	----	----	----
Densidade (g·cm ⁻¹)	1,40±0,034	1,310	1,450	----	----	----
Umidade (máxima %)	20,16±3,44	15,90	30,00	20	20	20
CINZAS (máxima g/100g)	0,15±0,086	0,010	0,400	0,6	0,6	0,6
pH	3,39±0,49	2,04	3,900	----	----	----
Acidez Livre (meq/kg)	38,07±16,45	13,07	98,66	50	50	40
HMF (máximo - mg/kg.)	10,94±4,911	3, 140	21,110	60	40	40
Sólidos Insolúveis (Máximo g/100g)	0,33±0,311	0,004	1,200	0,1	0,1	0.1
Açúcares (Mínimo - g/100g)	63,24±10,25	26,330	87,560	65	60	65
Sacarose (Máxima g/100g)	5,67±1,018	3,300	8,200	6	5,0	5,0
Condutividade (Max.mS/cm)	0,36± 0,125	0,141	0,686	----	0.8	----
Lund	0,621± 0,257	0,000	1,300	----	----	----

*Especificações da norma brasileira (Brasil, 2000); CODEX - Codex Alimentarius (2001), MERCOSUL/GMC/RES no 15/94.

**Especificação das normas internacionais intervalo de confiança a 5% de probabilidade. NNN- parâmetro não presente.

*** Mín= valor mínimo e Max= valor Máximo.

Os valores de cor estão no intervalo esperado para valores de mel do Brasil, com média de 85,68 ± 35,75 mm Pfund, onde 22% das amostras apresentaram com a com âmbar escuro, 25% âmbar, 5% âmbar extra - claro, 11% branco, 36% âmbar claro e 1% extra branco, esses resultados mostraram que os méis multiflorais da região semi-árida do Brasil são mais claros do que os relatados por Corbella; Cozzolino (2006) méis do Uruguai onde os valores

ficaram com média de 99 mm Pfund. Esta característica do mel é a de maior influência sobre a preferência do consumidor que, na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência, ou seja, méis mais claros (SOUZA et al., 2009).

No presente estudo, foi possível observar que houve uma correlação entre a densidade relativa e a_w (Figura 3). Verificou-se que quanto menor a densidade do mel maior será atividade de água, pois no mel líquido todos os cinco grupos OH da glicose interagem com moléculas de água (Zamora; Chirife, 2006).

De acordo com Abramovic et al. (2008), durante o processo de cristalização do mel, glicose cristaliza-se através da formação de glicose monohidratada e outras moléculas de água são liberadas. Além disso, esta cristalização diminui a concentração de soluto na fase líquida e assim, aumenta a atividade de água.

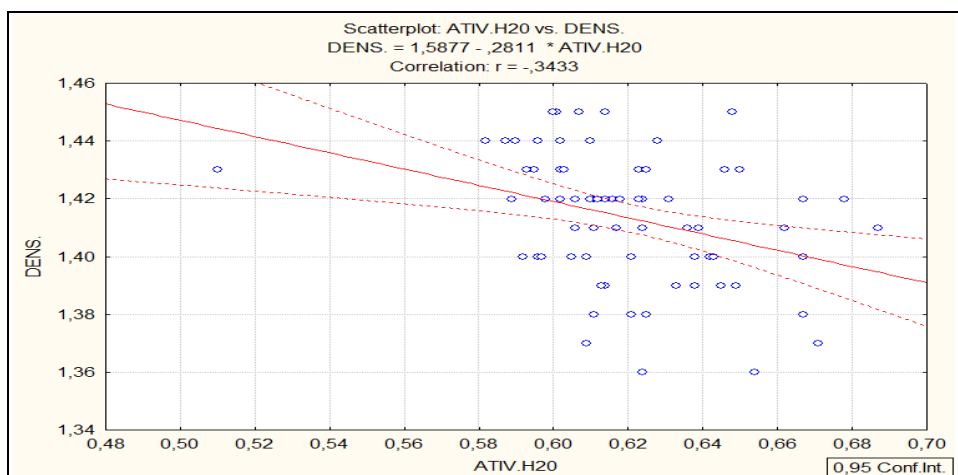


Figura 3: Correlação da variável densidade relativa (DENS.) com a variável atividade de água (ATIV. H2O) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

Downey et. al., (2005) já relataram à existência de uma correlação linear entre cinzas e CE dos méis. A confirmação dessa relação, no semi-árido do Brasil em méis analisados, revela-se na Figura 4. Apesar do fato de que o conteúdo mineral (cinzas) no mel é muito baixo quando comparado com outros componentes, que possui um valor de $r = 0,25$ este parâmetro mostra a grande variabilidade de acordo com a origem floral. Piazza, Accorti; Persano (1991) relataram anteriormente a existência de uma relação linear entre o teor de cinzas e CE dos méis. A confirmação desta relação, nos méis irlandeses analisados, é revelada após a regressão linear dessas duas variáveis. (Downey et. al; 2005). No estudo Ouchemoukh et al. (2007), o coeficiente de correlação entre condutividade e teor de cinzas foi de 0,92.

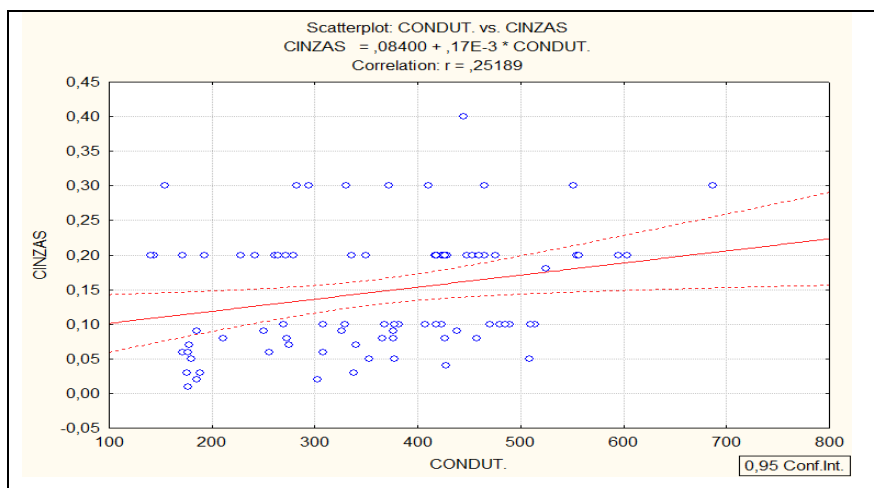


Figura 4: Correlação da variável cinza com a variável condutividade elétrica dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

Outra característica é a cor do mel que depende do potencial de alcalinidade, do teor de cinzas e dos pigmentos de carotenóides e flavonóides presentes (Baltrušityt; Venskutonis; Čksteryt, 2007). Méis de *Citrus* são caracterizados pela sua cor clara e de baixa CE (PERSANO et al., 1995) e a cor de mel depende de vários fatores, o seu conteúdo de cinzas pode a ser muito importante, pois mel claro geralmente tem baixo conteúdo de cinzas, abaixo de 0,1 g%, enquanto méis escuros têm geralmente maior teor de cinzas (FILONA et al., 2007). Para Gomes et al. (2010) trabalhando com méis portugueses, a cor escura observada para a maioria dos méis analisados corresponderam a altos conteúdos de cinzas e valor de cinzas menor para méis claros o que também foi observado no presente estudo (Figura 5).

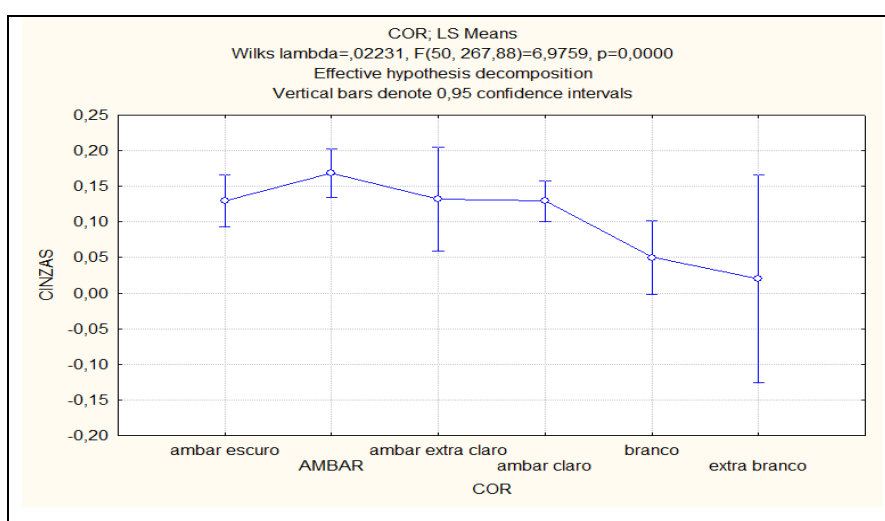


Figura 5: Correlação da variável cinza com a variável cor dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

Foi observada também que entre os valores de acidez livre do mel e seu conteúdo de cinzas (Figura 6), que a acidez diminuiu ligeiramente com o aumento do teor de cinzas. Esta dependência pode ser racionalizada, considerando que um maior conteúdo mineral do mel corresponde a uma maior fração de salinização dos ácidos presentes (Filona et al., 2007), essa salinização implica numa neutralização da acidez, mas neste estudo a acidez possui valores bastante elevados o que sugere um teor de cinzas menor (WHITE, 1978).

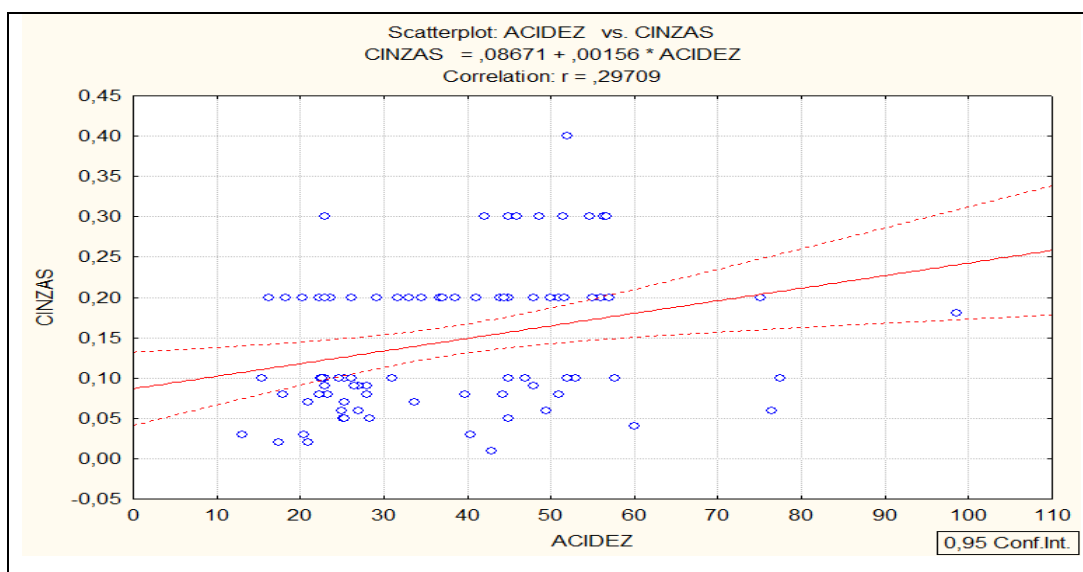


Figura 6: Correlação da variável cinza com a variável acidez livre dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

Primeiro podemos observar a correlação do HMF com CE (Figura 7). Esta correlação também foi observada no trabalho de Corbella et al., (2006), sendo esta existente somente em méis de origem floral, observando-se uma correlação positiva entre a condutividade elétrica, acidez e teor de cinzas. Na verdade, a condutividade elétrica do mel pode ser explicada levando-se em conta as cinzas e teor de ácido do mel, o que reflete a presença de íons e ácidos orgânicos, maior o índice, maior a condutividade resultante.

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

Para Bogdanov et al., (2004) essa característica apresenta correlação com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, além da proteína e outras substâncias presentes no mel, méis de mesma origem floral apresentam condutividade elétrica muito semelhante.

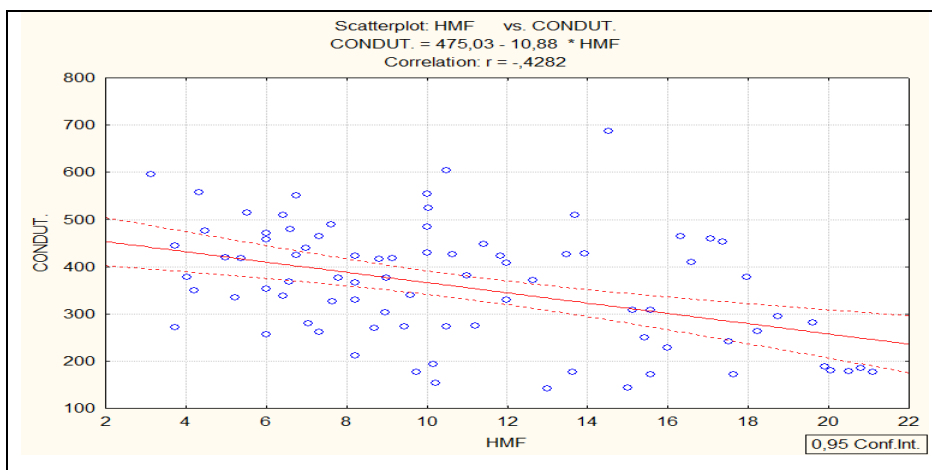


Figura 7: Correlação da variável condutividade elétrica (CONDUT.) com a variável hidroximetilfurfural (HMF) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

No gráfico (Figura 8) expõe que quanto maior a densidade relativa menor é a umidade. Esta correlação também foi proposta por Ouchemoukh et al. (2007) em que as amostras de mel tendo um alto teor de umidade tiveram a menor densidade.

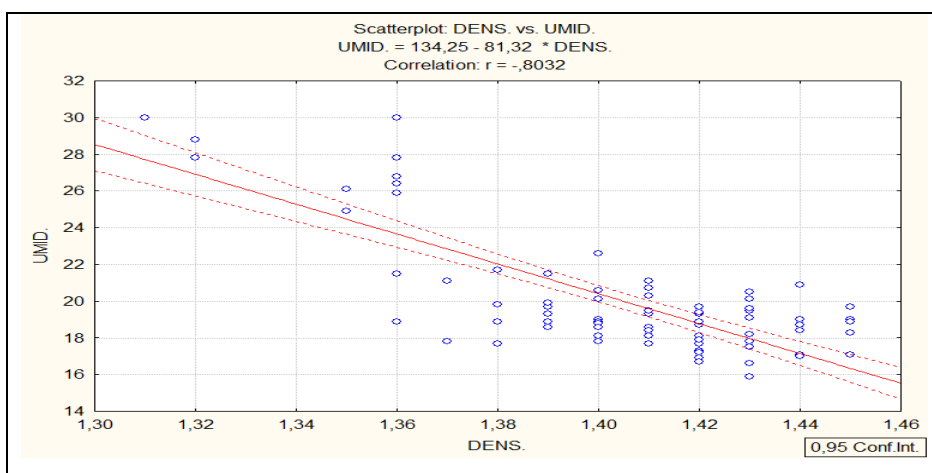


Figura 8: Correlação da variável umidade (UMD.) com a variável densidade (DENS) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

A presença no mel de açúcares simples e água em meio ácido fornece condições favoráveis à formação de composto furânico. Para que ocorra a formação de hidroximetilfurfural (HMF) no mel se deve à desidratação das hexoses catalisada por ácidos. A presença no mel de açúcares simples e água em meio ácido fornece condições favoráveis à formação desse composto furânico. Com a polimerização do HMF, forma-se um polímero colorido, chamado melanoidina. Essa é uma reação autocatalizada porque a água liberada ajuda a polimerização (ESCRICHE et al., 2009; DE MARIA; MOREIRA, 2003). A

correlação entre umidade e HMF pode ser explicada pela liberação de moléculas de água durante a formação deste, o que culmina na produção de melanoidina, favorecendo a variação da cor do alimento. A correlação positiva verificada entre os valores de umidade e conteúdo HMF pode ser explicado por possíveis falhas durante o processamento, de fato, os valores de HMF podem aumentar quando condições de armazenamento não são adequadas.

Também nestas condições, podemos verificar um aumento de umidade devido à propriedade higroscópica do mel, contribuindo assim para a sua deterioração (SILVA; QUEIROZ; FIGUEIRÊDO, 2004). Com base nessas informações, pode-se entender a correlação do HMF dos méis deste trabalho com as variáveis; cor (Figura 9) e umidade (Figura 10).

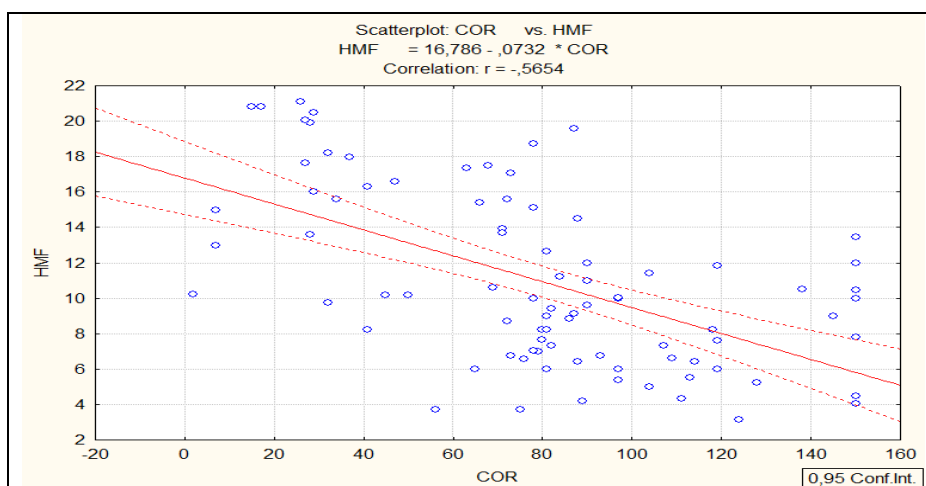


Figura 9: Correlação da variável hidroximetilfurfural (HMF) com a variável cor dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

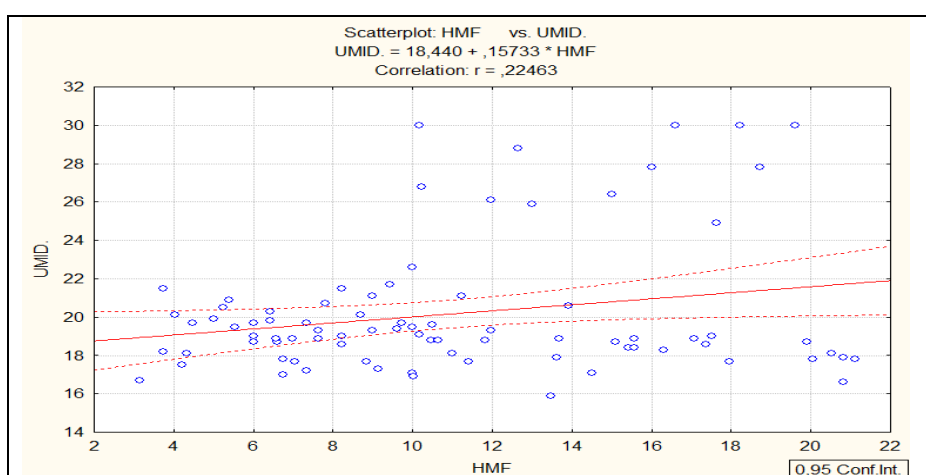


Figura 10: Correlação da variável umidade (UMID.) com a variável hidroximetilfurfural (HMF) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil.

A análise sensorial do mel mostrou que as amostras diferiram significativamente nos atributos, ou seja, do aroma característico floral ao odor de fumaça, estado físico (líquido e pastoso) e presença de impurezas ou ausência. Segundo Anupama; Bhat; Sapna (2003). Uma efetiva ferramenta de agrupamento das amostras de mel com base na análise sensorial e dados físico-químicos, ajuda na compreensão das características do produto e do seu impacto sobre a aceitabilidade do consumidor. Todos os méis são ácidos, com um valor de pH, geralmente situada entre 2,04 a 3,90 (Tabela 01). De acordo Bogdanov; Ruoff; Persano (2004) devido à presença de ácidos orgânicos que contribuem para o sabor do mel e da estabilidade contra a decomposição microbiana.

Pode-se perceber que os méis que apresentaram estado físico pastoso não estiverem fora do limite estabelecido pelas legislações do Brasil (MAPA, 2000), MERCOSUL (GMC/RES nº 15/94) e Codex Alimentarius Standard (2001) para acidez que determinam 50 meq/kg (Tabela 01).

As comparações das distribuições dos níveis das variáveis físicas e químicas em relação aos aspectos sensoriais (aroma, presença e ausência de impurezas) dos méis produzidos na região semi-árida do Nordeste do Brasil analisadas neste trabalho estão ilustradas na Figura 4 abaixo, onde estão expressas nos seguintes gráficos de comparações.

Não sendo o estado pastoso do mel uma característica que desclassifique sua qualidade, embora exista o fato de que os consumidores possuem uma predileção pelos méis no estado líquido. Méis que apresentaram alto teor de sólidos insolúveis não tiveram seu aroma alterado, o que pode ser justificado pelo fato de que o aroma está ligado com o tipo de florada (Figura 11).

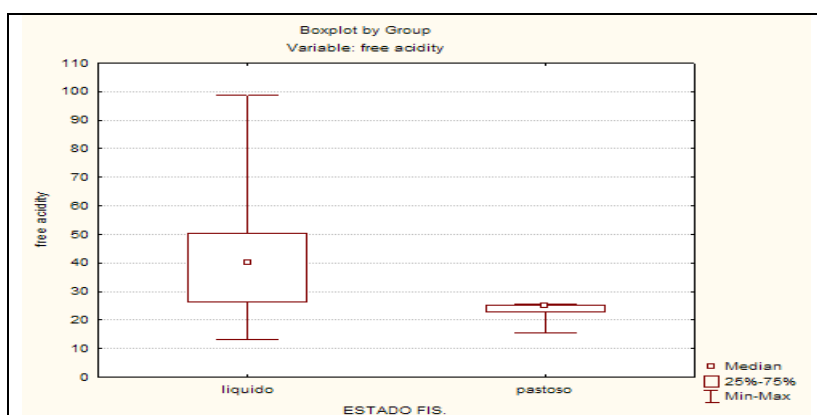


Figura 11: Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com o estado físico líquido e pastoso (ESTADO FIS.) no gráfico com o valor de $p=0.012355$;

As amostras de méis que apresentaram valor de sólidos insolúveis acima do que está estabelecido pela legislação não apresentaram alteração no requisito aroma (Figura 12).

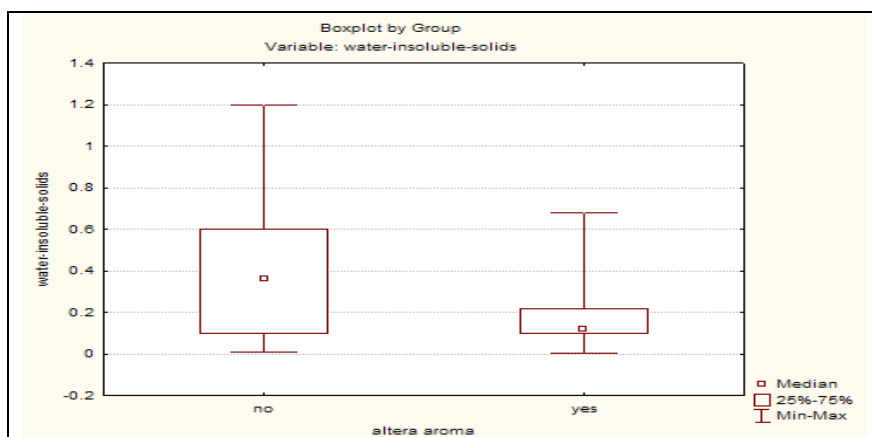


Figura 12: Comparação da distribuição dos níveis de sólidos insolúveis (Water - insoluble-solids) das amostras de mel de acordo com alteração de aroma (no ou yes) no gráfico com o valor de $p=0.031444$.

Méis com a presença de impurezas tiveram uma acidez mais elevada do que não apresentaram impurezas (Figura 13). E também tiveram valor de sólidos insolúveis acima do permitido pelas legislações (Figura 14), que determinam um limite máximo de 0,1%. A legislação de identidade e qualidade do mel (BRASIL, 2001) especifica, quanto aos aspectos macroscópicos e microscópicos, que o produto esteja isento de substâncias estranhas de qualquer natureza, tais como: insetos, larvas, grãos de areia e outros.

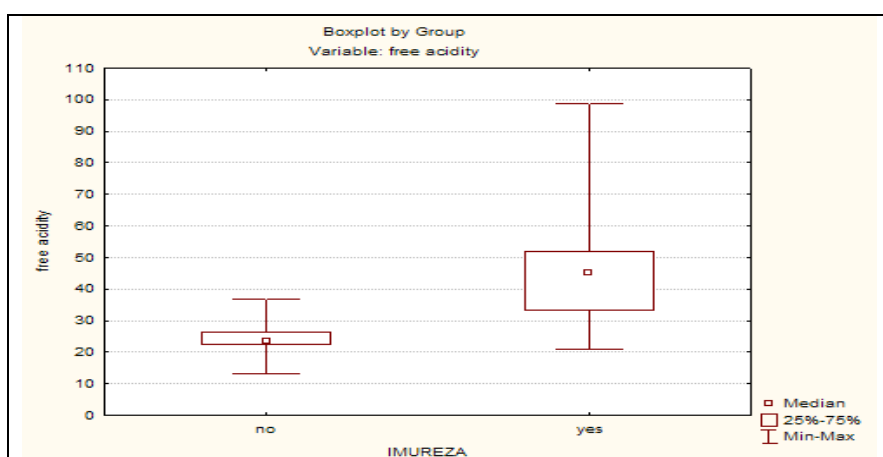


Figura 13: Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com a presença ou ausência de impurezas (no ou yes) no gráfico com o valor de $p<0.0000001$.

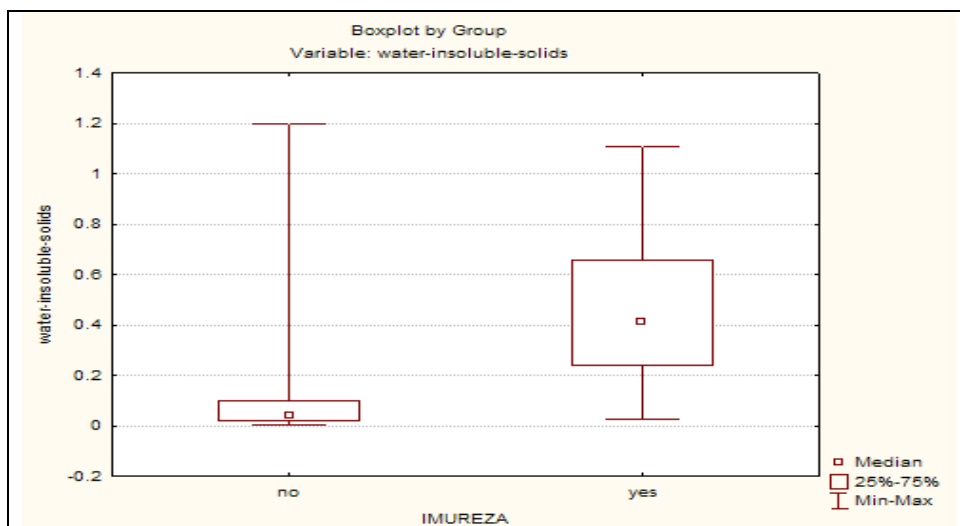


Figura 14: Comparação da distribuição dos níveis de sólidos insolúveis (Water – insoluble - solids) das amostras de mel de acordo com a presença ou ausência de impurezas no gráfico com o valor de $p > 0.0000001$.

Com base nessa determinação e as análises de impurezas, fica claro a importância dos cuidados na hora da colheita e beneficiamento do mel. Pois a presença de impurezas possibilita alteração de características física e químicas.

Já os méis com acidez livre (meq/kg) abaixo do valor médio de $38,07 \pm 16,45$ apresentam resultado de sabor não característico para de mel, ou seja, apresentaram mais ácidos e menos sabor doce e floral (Figura 15).

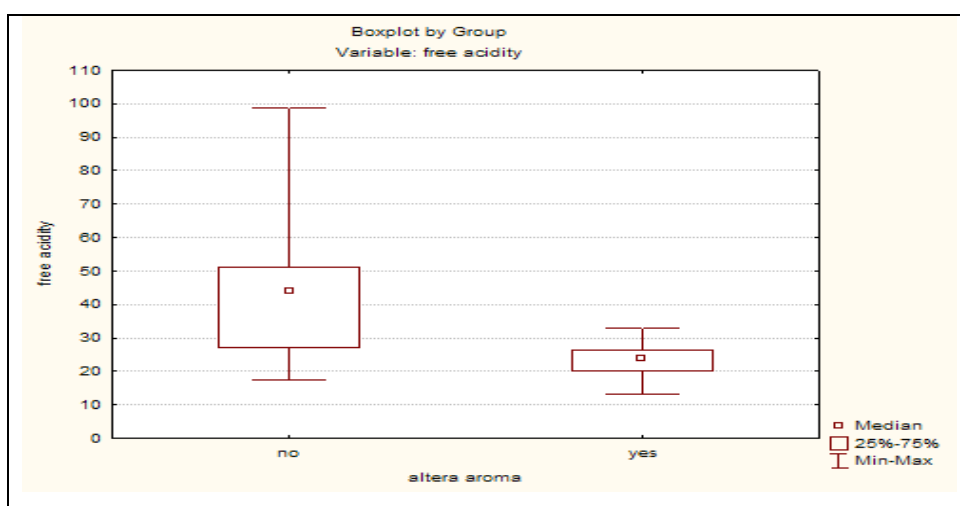


Figura 15: Comparação da distribuição dos níveis de acidez (free acidity) das amostras de mel de acordo com alteração de aroma (no e yes) no gráfico com o valor de $p = 0.000059$

Já nos requisitos HMF e presença e ausência de impurezas (Figura 16), as amostras que obtiveram valores inferiores ao valor mediano encontrado (10,94 mg/kg- Tabela 01) apresentaram aproximadamente de 8mg/kg, o que é importante pois o HMF é uma molécula tóxica, e seu menor valor irá determinar o frescor e qualidade das amostras.

Geralmente está ausente em méis recém-colhidos e sua concentração tende a crescer com o tempo (Finola et al., 2007), sendo assim um importante indicador de qualidade do mel. Níveis elevados de HMF podem ser provocados por armazenamento prolongado em condições inadequadas, superaquecimento, por não adoção de técnicas adequadas de colheitas ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido.

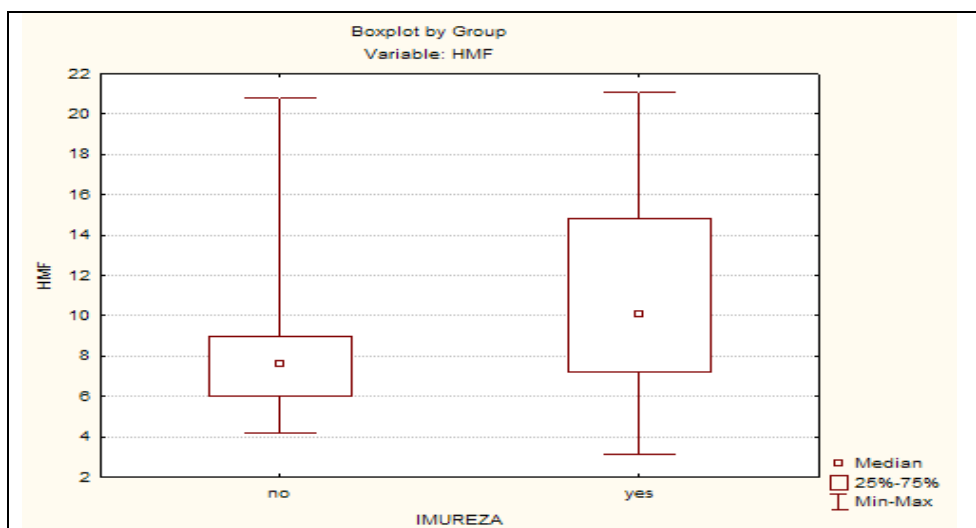


Figura 16: Comparação da distribuição dos níveis de HMF das amostras de mel de acordo com impurezas (presença ou ausência) no gráfico com o valor de $p=0.016375$.

2.4 CONCLUSÃO

As características de sacarose, umidade, acidez, cinzas e HMF estiveram dentro dos limites determinados pela legislação Brasileira para identidade do mel (Brasil, 2000). Foi possível verificar que as amostras de méis da região semi-árida brasileira apresentaram adequado conteúdo de HMF, indicando o uso de boas práticas pelos apicultores. Para alguns autores, regiões de clima semi-árido podem ter valores elevados de HMF naturalmente, mesmo que o mel não tenha sido superaquecido ou adulterado, devido às altas temperaturas que este alimento irá ser exposto no ambiente, no entanto, é essencial quantificar este componente, a fim de verificar a qualidade do produto, uma vez que o mel mesmo em condições adversas mantém uma alta qualidade.

Os teores sólidos insolúveis não obedeceram ao limite exigido pela Legislação Brasileira. Possivelmente o teor de sólido insolúvel mais elevado se dá pelo fato que os apicultores não estão respeitando o tempo médio de 72 horas para decantação das impurezas do mel.

Os açúcares redutores não estiveram dentro do limite estabelecido pela legislação Brasileira para identidade do mel. Uma justificativa para este fato é que a concentração de frutose e glicose (açúcares redutores) existentes no mel podem já estar presentes, em maior ou menor quantidade nos substratos utilizados para gerar esse produto. Outro fator importante é a colheita precoce, pois este fato ocorrendo à produção dos açúcares redutores será comprometida é o que se chama de mel imaturo. Uma explicação para esta colheita precoce na região semi-árida é concentração de chuvas em único período do ano, e para atender a necessidade de duas colheitas por ano o apicultor oferece aos insetos um intervalo de tempo pequeno entre as colheitas.

Todas as amostras analisadas apresentaram resultados negativos para o teste de Fiehe, Fermento diastásico e a reação de Lugol, indicando que não foram submetidas a condições severas de aquecimento, nem sofreram adição de xaropes açucarados e - indicando também que o produto não foi adulterado com amido. Os valores HMF, acidez livre, cor, cinzas estão de acordo com o que determina a legislação Brasileira para identidade do mel (2000), Codex Alimentarius Standard (2001) e no MERCOSUL (GMC 89/99), já o parâmetro para condutividade elétrica está de acordo com o que determina o Codex (2001)

É necessário acrescentar, na legislação Brasileira para identidade do mel, parâmetros como condutividade elétrica, atividade água, pH, densidade relativa e prova de Lund. Além disso, algumas dessas características, como a atividade de água, densidade relativa e pH, não estão regulamentadas no Codex Alimentarius Standard, (2001) e nem no MERCOSUL (MERCOSUL GMC 89/99), estas características ajudarão os analistas de alimentos a determinarem a composição química e a qualidade do mel analisado.

REFERÊNCIA

ABRAMOVIC, H.; JAMNIK, M; BURKAN, L.; KAC, M. Water activity and water content in Slovenian honeys. **Food Control**. v.19, n.11, p.1086–1090, 2008.

ANUPAMA, D.; BHAT K. K.; SAPNA V. K. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*. v. 36, n. 2, p. 183 – 191, 2003.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists Sugar and sugar products. In AOAC (Ed). *Official Methods of Analysis*. Arlington, VA, USA, p.44.20, 1995.

ATAGO Co. Easy guide to refractometers. USA: Atago Co. Disponível em: <<http://www.atago.net>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

AZEREDO, L. DA C.; AZEREDO, M. A. A; SOUZA, S. R. V; DUTRA, M. L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. **Food Chemistry**. v. 80, n.2, p.249-254, 2003.

BALTRUŠITYT, V.; VENSKUTONIS, P. R.; ČKŠTERYT, V. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. **Food Chemistry**. v. 101, p. 502–514, 2007.

BARONI, M. V.; ARRUA, C.; NORES, M. L.; FAYÉ, P; DÍAZ, M. D. P; CHIABRANDO, G. A; & WUNDERLIN, D. A. Composition of honey from Córdoba (Argentina): Assessment of North/South provenance by chemometrics. **Food Chemistry**. v. 114, n. 2, p. 727–733, 2009.

BOGDANOV S.; MARTIN P. Honey authenticity. **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene**. v. 93, p. 232-254, 2002.

BOGDANOV, S; RUOFF, K.; PERSANO, O. L. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. **Apidologie (Special issue)**, v. 35, p.4 – 17, 2004.

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. (Available at: [http://www. Agricultura .gov.br/sda/dipoa/anexo](http://www.Agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo)). Disponível em: <<http://www.atago.net>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

CARNEIRO, K. Apicultura começa a ganhar força no Sertão da Paraíba. SEBRAE Notícias, agosto 2006. Disponível em: <http://www. Sebraepb .com.br/noticias.jsp? pagina = noticia&idNoticia = 956&idCategoria=2>. Acesso em dezembro 2009.

CAC - Codex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis**. v.3, Supl.2, 1990. p.15-39.

Codex Alimentarius (2001), Codex standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods, Volume 11 , disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net>>. Acessado em 14 Junh. 2009.

CONTI, M. E. Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. **Food Control**, v.11, n. 6, p. 459-463, 2000.

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

DE MARIA, C. A. B; & MOREIRA, R. F. A. Compostos voláteis em méis florais. **Química Nova**, vol.26, n.1, p. 90-96, 2003.

DOWNEY, G; HUSSEY, K; KELLY, D. J; WALSH, T. F. & MARTÍN, P. G. Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physicochemical data. **Food Chemistry**, v. 91, n. 2, p. 347-354, 2005.

ESCRICHE, I; VISQUERT, M; JUAN-BORRÁS, M; & FITO, P. Influence of simulated industrial thermal treatments on the volatile fractions of different varieties of honey. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 329 – 338, 2009.

Farmacopéia Brasileira 4. ed; Ed. Atheneu, São Paulo. p.v.2.5; v.2.9; v.2.10, v.2.19, 1988.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C; & MARIOLI J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1649-1653, 2007.

GLEITER, R. A; HORN, H; & ISENGARD, H. D. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. **Food Chemistry**, v.96, n.3, p.441-445, 2006.

GOMES, S; DIAS, L. G; MOREIRA, L. L; RODRIGUES, P; & ESTEVINHO, L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 2, p. 544 – 548, 2010.

GULER, A; BAKAN, A; NISBET, C; & YAVUZ, O. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1119–1125, 2007.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, V.1, São Paulo 1995.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S. E MORETI, A. C. C. C. et al. **Mel brasileiro: Composição e Normas**. A. S. Pinto, Ribeirão Preto-SP. 2004. p.111.

MARCHINI, L. C; MORETI, A. C. DE C. C; OTSUK, I. P. E; & SODRÉ, G. DA S. Physicochemical composition of *Apis mellifera* honey samples from São Paulo state, Brazil. **Química Nova**, v. 30, n. 7, p.1653-1657, 2007.

MENDES, E; PROENÇA, E. B; FERREIRA, I. M. P. L. V. O; & FERREIRA M. A. Quality evaluation of Portuguese honey. **Carbohydrate Polymers**. v. 37, n. 3, p. 219–223, 1998.

MERCOSUL/GMC/RES nº 15/94. Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Mel. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1994-015.pdf. > Acesso em: 04 fev 2010.

OUCHEMOUKH, S; LOUAILECHE, H; & SCHWEITZER, P. Physico Chemical Characteristics and Pollen Spectrum of Some Algerian Honeys. **Food Control**, v. 18, n. 1, p. 52 – 58, 2007.

PÉREZ; R. A; IGLESIAS, M. T; PUEYO, E; GONZÁLEZ, M; & LORENZO, C. DE Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 2, p.360-364, 2007.

PERSANO, O. L; PIAZZA, M. G; SABATINI, A. G; & ACCORTI, M. Characterization of unifloral honeys. **Apidologie**. v. 26, p. 453 – 465, 1995.

PIANA, M. L; PERSANO, O. L; BENTABOL, A; BRUNEAU, E; BOGDANOV, S; & DECLERCK, C. G. Sensory analysis applied to honey: state of the art. **Apidologie**, v. 35, n.1 p.26 -37, 2004.

PIAZZA, M. G; ACCORTI, M; & PERSANO, O. L. Electrica conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. **Apicoltura**, n. 7, p.51- 63, 1991.

RIO GRANDE DO NORTE (RN- Estado). Instituto de Defesa do Meio Ambiente (IDEMA). Perfil do Estado do Rio Grande do Norte. Aspectos Fisicos. Natal, 2002. 86 p. Disponível

em: <<http://www.idema.rn.gov.br/governo/secretarias/idema/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

RODRÍGUEZ, G. O. DE, FERRER, S. B. DE, FERRER, A; & RODRÍGUEZ, B. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v. 84, n. 4, p. 499–502.

SERRANO, S; VILLAREJO, M; ESPEJO, R; & JODRAL, M. (2004). Chemical and physical parameters of Andalusian honey: Classification of Citrus and Eucalyptus honeys by discriminant analysis. **Food Chemistry**, v. 87, n. 4, p. 619-625, 2004.

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 Chemistry**, v. 87, n. 4, p. 619-625, 2004.

SILVA, C. L. DA; QUEIROZ, A. J. DE M; & FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado de Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p. 260-265, 2004.

SOUZA, B. DE A; MARCHINI, L. C; ODA-SOUZA, M; CARVALHO, C. A. L; & ALVES, R. M. DE O. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (apidae: meliponini) da região nordeste do Brasil. **Química Nova**, v.32, n.2, p. 303-308, 2009.

TERRAB, A; DÍEZ, M. J; & HEREDIA, F. J. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. **Food Chemistry**. v. 79, n.3, p.373–379, 2002.

TERRAB, A; GONZÁLEZ, A. G; DÍEZ, M. J; & HEREDIA, F. J. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 83, n. 7, p. 637 – 643, 2003.

TERRAB, A; RECAMALES, A. F; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, v.88, n.4, p. 537-542, 2004.

TESTO. Texto 650 AW - **Water active meter. Operator's Manual**. [S.l.] Testo AG; 2009.36 p.

WHITE, J. W. JR. Honey: **Advances in Food Research**. 1978, p. 24, 287–373.

ZAMORA, M. C; CHIRIFE, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**, v.17, n.1, p. 59-64, 2006.

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J.; ROLDA'N, D. On the nature of the relationship between water activity and % moisture in honey. **Food Control**. v. 17, n.8, p. 642-647, 2006.

CAPÍTULO 3- Características microbiológicas como fator determinante da qualidade de mel de abelhas *Apis mellifera* L. produzidos no semi árido do Rio Grande do Norte – Brasil.

RESUMO – O mel é um produto que apresenta atividade antimicrobiana atribuída a fatores físicos e químicos. Mas, é possível encontrar microrganismos presentes neste alimento, que servirão como indicadores de qualidade. Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a qualidade microbiológica do mel produzido por abelhas *Apis mellifera* L. do Rio Grande do Norte-Brasil e se estes méis cumprem as especificações de qualidade sanitária determinadas por órgãos regulamentadores de qualidade. Seguindo metodologia descrita por Downes (2001), os parâmetros analisados foram: presença de coliformes a 35°C e 45°C e quantificação de bolores e leveduras de 73 amostras de mel. O período de coleta foi de março de 2008 a setembro 2009, as amostras foram coletadas nas casas de mel da região, em torno de 250 ml por apicultor em frascos de vidros estéreis e analisados 48 horas após cada coleta. Verificou-se que 55 das amostras apresentaram-se em conformidade com o Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Mel (MERCOSUL/GMC/RES no 15/94) e apenas 23 amostras não respeitaram este padrão. As amostras analisadas indicaram excelente qualidade microbiológica para o mel. A presença destes microrganismos, principalmente bolores e leveduras, mesmo em amostras colhidas assepticamente indica a necessidade de identificação desta microbiota e sua possível ocorrência natural no mel produzido por este grupo de abelhas. E o resultado positivo para coliformes, permitiu-se sugerir a necessidade de controle de qualidade, observando as boas práticas de apícolas, para se assegurar um produto saudável e seguro para o consumidor.

PALAVRA CHAVES: Microbiologia, Bolores e leveduras, Coliformes

3.1 INTRODUÇÃO

O mel é uma solução concentrada de açúcares com predominância de glicose e frutose. Contém ainda uma mistura complexa de outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração (BRASIL, 2000). Sua microbiota é constituída por microrganismos presentes no estado esporulado, como as bactérias do gênero *Bacillus*, e outros ocasionais ou acidentais, como fungos dos gêneros *Penicillium*, *Mucor* e *Saccharomyces*, os quais são incorporados ao mel pelas próprias abelhas da colônia, durante as operações de coleta, preparo do néctar e pólen, ou de maneira fortuita por manipulações pouco higiênicas, durante as etapas de coleta e processamento do mel (SNOWDON, 1999).

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) e internacional (Codex Alimentarius Commission, 2001) vigente não exige realização de análise microbiológica em mel. Estabelecem apenas que sejam seguidas Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos na manipulação do produto. Já a legislação do MERCOSUL (GMC 89/99), determina os seguintes critérios microbiológicos: Coliformes totais seja $<3 \text{ NMP.g}^{-1}$, ausência de *Salmonella spp* em 25 g e bolores e leveduras com limite $1 \times 10^2 \text{ UFC/g}$.

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

A atual Legislação brasileira para identidade e qualidade do mel (BRASIL, 2000) não contemplar as limites microbiológicas aceitáveis para este produto, estes padrões precisam ser revisados principalmente por se tratar de um produto consumido por crianças, idoso e pessoas de saúde frágil, pois no Brasil o mel não é só consumido com alimento, mas também com remédio.

Os únicos valores de referência para esta característica qualitativa presentes no Brasil foram estabelecidos pela Legislação sobre mel que precedeu a atual (BRASIL, 1997), e pela RDC 012 da ANVISA (BRASIL, 2001). Nestas regulamentações, as condições higiênic-

sanitárias do mel são avaliadas pela contagem de bolores e leveduras, e verificação da presença de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C.

O pH e a acidez são considerados importantes fatores antibacteriano, provendo maior estabilidade ao produto quanto ao desenvolvimento de microrganismos. Embora ainda exista alguma discussão a este respeito, é fácil compreender a sua relevância quando se considera que vários microrganismos patogênicos para os animais têm um pH ótimo para o seu crescimento na faixa de 7,2 a 7,4 embora algumas bactérias causadoras de enfermidades se desenvolvam na faixa de 4,0 a 4,5 (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Atualmente, com a divulgação de informações na mídia sobre os produtos apícolas e seus benefícios para a saúde, vem aumentando o consumo destes, principalmente do mel, considerado o de maior comercialização, mais fácil de ser explorado e o mais conhecido. Embora seja um produto que, por suas características físicas e químicas, apresente elevado grau de resistência diante da proliferação de microrganismos, a ação de fatores externos, como ambientais, condições de manipulação e estocagem, pode influenciar negativamente em sua qualidade final (LIEVEN et al., 2009).

Para Vargas (2006) a qualidade microbiológica está relacionada com as condições higiênicas de produção e manipulação das amostras. Envolve, portanto, um contexto mais social do que botânico.

Os méis brasileiros são reconhecidos em todo o mundo devido à sua qualidade sensorial, físico-química e estarem livres de contaminação por antibióticos, estando no topo das preferências mundiais. Com a saída temporária, do mercado, dos dois maiores exportadores, China e Argentina, houve oportunidade para vários países. Assim, o Brasil aproveitou para ingressar no mercado internacional, ampliando suas exportações, inexpressiva até 2001, alcançando lugar de destaque como quinto maior exportador mundial em 2004. Na região Nordeste, o aumento foi de 18% para 32% da produção nacional, foi ao mesmo tempo determinado pela janela de oportunidade aberta no período de 2001/2004 e determinante para o crescimento das exportações brasileiras e sua estabilização no patamar atual (OLIVEIRA, 2006). No entanto, há pouca pesquisa científica publicada sobre o mel do Brasil sobre a sua qualidade microbiológica.

Em consequência do que foi exposto o objetivo do presente trabalho foi analisar as características sanitárias de 73 amostras de mel produzidas no semi árido do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, através das análises de bolores e leveduras, coliformes totais, fecais

e se estes méis cumprem as especificações de qualidade sanitária determinadas por órgãos regulamentadores de qualidade.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Obtenção das amostras

Foram coletadas 73 amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* em diferentes casas de mel do semi árido do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O período de coleta foi de março de 2008 a setembro 2009, em torno de 250 ml por apicultor em frascos de vidros estéreis e analisados 48 horas após cada coleta. Nesses vidros havia a identificação da data de colheita, data de entrada na casa de mel, nome do apicultor e a região produtora.

Em seguida levados para o Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA), situado no Departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), campus Mossoró.

Os parâmetros analisados foram: presença de coliformes a 35°C e 45°C e quantificação de bolores e leveduras das 73 amostras de mel coletadas.

3.2.2 As análises microbiológicas realizadas nas amostras de mel

A análise microbiológica de pesquisa de presença de coliformes totais ou a 35 °C, coliformes termotolerantes ou 45 °C e bolores e leveduras. Foi realizada pela metodologia descrita por Downes (2001). O Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CTT).

Pesou-se na capela de fluxo laminar 25g de mel e diluiu-se em 225 ml de água peptonada 0,1% sendo esta a diluição inicial de 10^{-1} em seguida foram realizadas as diluições seriadas em tubos contendo 9,0 mL do mesmo diluente para obtenção das concentrações 10^{-2} e 10^{-3} de mel.

O teste presuntivo de coliformes totais foi realizado em caldo lauril sulfato triptose (LST) com tubos de Duhran, utilizando-se a técnica dos tubos múltiplos, com incubação a 35°C por 24h em banho-maria. Após esse período, alíquotas de caldo LST, que se constataram

crescimento e formação de gás foram transferidas com o auxílio de alça de platina para tubos com caldo verde brilhante bile 2%, em triplicata, e incubados a 35°C por 24 e 48 horas. Os tubos de verde brilhante bile 2%, com crescimento e produção de gás foram considerados positivos para a presença de coliformes totais.

Para a confirmação da presença de coliformes termotolerantes, alíquotas do Caldo LST, onde se constatou crescimento e formação de gás, foram transferidas com o auxílio de alça de platina para tubos com caldo *Escherichia coli* (EC), em triplicata, com tubos de Duhran, e incubados em banho-maria a 44,5°C por 24 horas com agitação. Também foram incubados dois tubos contendo culturas padrão de *E. coli* e *Enterobacter aerogenes*, como controles positivo e negativo, respectivamente. Os tubos com crescimento e produção de gás foram considerados positivos para a presença de coliformes termotolerantes.

A pesquisa de bolores e leveduras foi realizada pela metodologia descrita por Downes (2001). A partir das diluições obtidas anteriormente 0,1 ml das diluições de mel foram plaqueadas em BDA acidificado com ácido tartárico 10% até pH 3,5 e incubadas por cinco dias a 25°C. Após esse período as placas foram contadas para determinar o número de unidades formadoras de colônia (UFC.g⁻¹).

3.2.3 Análises físicas e químicas dos méis

A determinação da atividade de água, umidade, pH, a acidez livre, sólidos insolúveis, açúcares redutores e sacarose estão descritas no capítulo 02 deste trabalho.

3.2.4 Análise estatística

Todos os dados foram organizados em planilha eletrônica e as variáveis foram avaliadas inicialmente quanto à distribuição normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov para a escolha correta dos testes estatísticos (métodos paramétricos e não paramétricos).

As variáveis qualitativas serviram como determinantes de grupo para a comparação das variáveis quantitativas, adotando-se o teste t de Student para comparação de médias e o teste não paramétrico Mann-Whitney. Nos casos em que se formaram mais de dois grupos foram empregadas a Análise de variância StatSoft, Inc. (2007). O nível de confiança adotado foi de 5%.

Os resultados obtidos foram comparados às regulamentações técnicas de identidade da qualidade do mel de abelhas propostas pelas Especificações da norma brasileira (Brasil, 2000), Codex Alimentarius (2001), MERCOSUL/GMC/RES no 15/94 e por artigos de referência.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na Tabela 02 podemos observar que se tem 18 amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* com a contagem de bolores e leveduras maiores que 10^2 UFC/g esse valor é bem elevado se tomar por base a legislação do MERCOSUL que possui limite de 1×10^2 UFC/g ou 100 UFC por grama. Foi constatado também que 12 amostras de mel de abelhas *Apis mellifera* analisadas tinham valores maiores que >1.100 NMP/g para coliformes a 35°C e 45°C e quatro amostras com crescimento de 11 NMP. g^{-1} sendo estes valores bem elevado se temos com base a legislação do MERCOSUL o limite Máximo de <3 NMP/g. Verificou-se que a maioria dos méis possui umidade elevada (ver Tabela 02), pois certos microorganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar) quando presentes no mel multiplicam-se com o aumento da umidade, favorecendo o processo de fermentação. Estes microorganismos estão presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento do mel (WHITE JÚNIOR, 1978).

Os resultados positivos para o crescimento de coliformes totais e fecais sugerem contaminação externa do produto, pois segundo Franco e Melo, (2005) que estas bactérias necessitam de $a_w > 0,91$ para seu crescimento e nas amostras analisadas a maior atividade de água foi de $a_w = 0,67$, verificada nas 16 amostras com crescimento de coliformes, sendo assim uma atividade de água insuficiente para o desenvolvimento de patógenos enterais.

Para Franco e Melo, (2005) Em geral as bactérias requerem atividade de água superior à requerida pelos fungos, as bactérias deteriorantes não se multiplicam em a_w inferior 0,91 em quanto que os fungos podem fazê-lo. Os valores de atividade de água mais baixos relatados na literatura, relacionados com multiplicação microbiana, são de 0,75 para bactérias halofílicas, 0,65 para bolores xerofílicos e 0,60 para leveduras osmofílicas. Com base nesse conceito e observando os dados da Tabela 02, justifica-se o crescimento de fungos e bolores,

O teor de sólidos insolúveis em água máximo de $0,1 \text{ g}100\text{g}^{-1}$, onde em méis é considerado no controle de qualidade como um índice de pureza, de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2000); pois aos aspectos macroscópicos e microscópicos, o mel deve ser isento de substâncias estranhas de qualquer natureza, tais como: insetos, larvas, grãos de areia e outros. Mas pode-se verificar na Tabela 02 que níveis de sólidos são altos demonstrando que

se teve falhas no processo de decantação do mel, favorecendo a presença de resíduo, que comprometem a qualidade microbiológica do alimento.

Tabela 2: Quantidade de amostras coletadas de acordo com a contagem de coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, bolores e leveduras e os valores médios encontrados nas análises físico-químicas das 73 amostras de mel de *Apis mellifera L.* africanizadas, coletadas no semi árido do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil no período março de 2008 a novembro de 2009.

COD.	Bolor e leveduras (ufc.g ⁻¹)	Coliformes 35°C e 45°C (NMP. g ⁻¹)	AW (%)	UMI (%)	pH (%)	ACID (meq/kg)	SIN (%)	ART (%)	SAC (%)
01	5 x 10 ⁴	>1.100	0,60	18,6	3,60	18,0	0,10	60,00	5,3
02	5 x 10 ³	>1.100	0,62	20,1	3,40	22,7	0,10	60,61	7,5
03	7,5 x 10 ³	>1.100	0,63	20,9	3,41	31,7	0,25	56,47	7,5
04	5,2 x 10 ³	>1.100	0,60	18,6	3,60	18,0	0,10	60,00	5,3
05	<10	>1.100	0,61	19,0	3,42	25,0	0,68	66,66	6,8
06	7,5 x 10 ³	>1.100	0,60	18,9	3,54	24,7	0,35	65,73	6,0
07	< 10	>1.100	0,64	20,7	3,48	28,0	0,025	55,57	6,9
08	1,5 x 10 ⁵	>1.100	0,64	20,1	3,67	45,0	0,075	58,27	7,0
09	6,2 x 10 ³	>1.100	0,59	16,7	3,51	75,0	0,76	60,15	6,5
10	2,2 x 10 ²	>1.100	0,60	15,9	3,5	51,0	1,11	56,74	6,2
11	5,5 x 10 ³	>1.100	0,64	21,5	3,6	38,5	0,96	55,56	7,7
12	8,0 x 10 ⁵	>1.100	0,62	19,1	3,5	34,5	0,96	59,07	8,2
13	4,4 x 10 ⁴	<3	0,65	19,7	3,5	45,0	7,3	74,23	6,0
14	3,5 x 10 ⁵	<3	0,65	20,5	3,71	44,4	5,2	73,12	6,0
15	2,5 x 10 ³	<3	0,66	21,1	3,63	33,7	11,2	72,08	6,0
16	2,5 x 10 ³	<3	0,64	18,8	3,65	56,01	10,5	71,38	6,0
17	2,7 x 10 ²	<3	0,67	21,1	3,48	48,0	9,0	67,87	6,0
18	2,5 x 10 ²	11	0,59	18,7	3,21	40,3	0,67	54,88	6,3
19	< 10	11	0,59	19,0	3,32	47,0	0,58	51,2	6,3
20	< 10	11	0,59	18,4	3,74	28,0	0,31	72,12	6,0
21	< 10	11	0,59	18,8	3,60	44,0	0,52	84,21	6,0
22	3,5 x 10 ²	<3	0,61	18,6	3,90	50,00	0,18	68,57	4,4
23	1,2 x 10 ²	<3	0,62	17,7	3,70	45,00	0,18	68,15	4,6

Nota: aw = atividade de água; UMI = umidade; ACID = acidez livre; SIN = Sólidos Insolúveis; ART = açúcares redutores; SAC = sacarose; COD = código das amostras

Alguns trabalhos referentes à microbiologia do mel demonstraram valores $<3,0$ NMP g^{-1} para coliformes totais. Alguns desses estudos são: Alves et al. (2009) analisou 22 amostras produzidas em Querência do Norte, Paraná (PR) e Sereia et al. (2010), que comparou as características microbiológicas de 11 méis orgânicos (11) e não orgânicos (6) produzidos na tríplice fronteira (entre os Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul); a possível justificativa para o baixo valor de coliformes totais é o fato de terem sido coletadas diretamente nas melgueiras, não tendo passado por possível contaminação por manipulação.

Para White Júnior (1978) os microrganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar), presentes nos corpos das abelhas, no solo, no néctar, nas áreas de extração e armazenamento podem provocar fermentação no mel, como pode ser justificado nas figuras 17 e 18.

Onde são pertinentes as comparações das distribuições dos níveis das variáveis sacarose e açúcares redutores e ausência e presença de coliformes (Figuras 17A e 17B) e a comparação da distribuição dos níveis da variável sacarose em relação ao aspecto microbiológico de presença e ausência de bolores e leveduras (Figura 18A).

Pois quando existe uma baixa concentração de monossacarídeos (açúcares redutores) como pode ser verificado o valor de 61,5% inferior ao que é estabelecido nas legislações vigentes que de no mínimo 65% é possivelmente consequência do aumento microrganismos indesejáveis (Figuras 17A e 17B e 18A), autores com Moreira; De Maria, 2001 e Zamora; Chirife, 2006 afirmam que as moléculas dos açúcares redutores permitem o crescimento de microrganismos que provoquem a fermentação do mel.

Do ponto de vista microbiológico, a alta contagem de bolores, leveduras e coliformes é possivelmente um indicativo de um manejo incorreto nos apiários, na hora da extração e do armazenamento do mel. Deste ponto de vista, a qualidade de parte dos méis analisados está comprometida, o que necessita de um melhor monitoramento da produção (SOUZA, 2008).

Pois para Filona et al. (2007) a contaminação cruzada por equipamentos e instalações são fontes secundárias de contaminação do mel que pode ser controladas como uso das boas práticas de fabricação.

Para Alves et al., (2009) as análises microbiológicas realizadas constituem uma ferramenta eficiente e rápida para o diagnóstico de comprovação da qualidade microbiológica das amostras de mel. Quase que na totalidade os resultados observados apresentaram-se dentro dos parâmetros estabelecidos e aceitos pelos órgãos oficiais e pela comunidade

científica, permitindo atestar excelente qualidade para o mel produzido no semi árido nordestino.

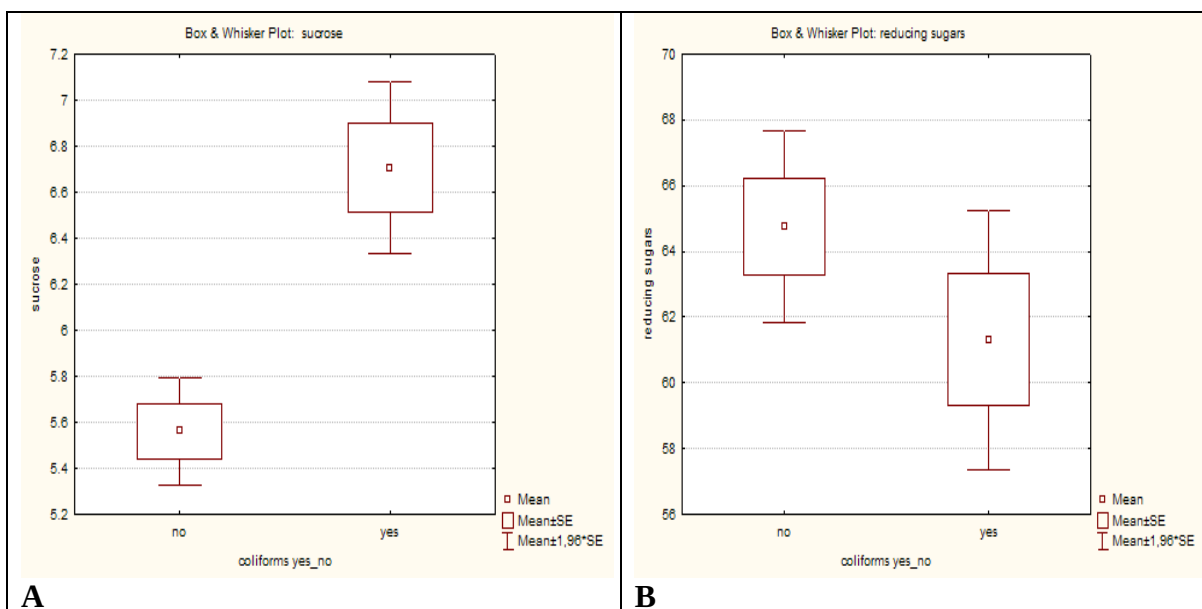


Figura 17: Comparações das distribuições das variáveis sacarose (A) e açúcares redutores (B) em relação à ausência ou presença de coliformes dos méis produzidos no Estado do Rio Grande do Norte.

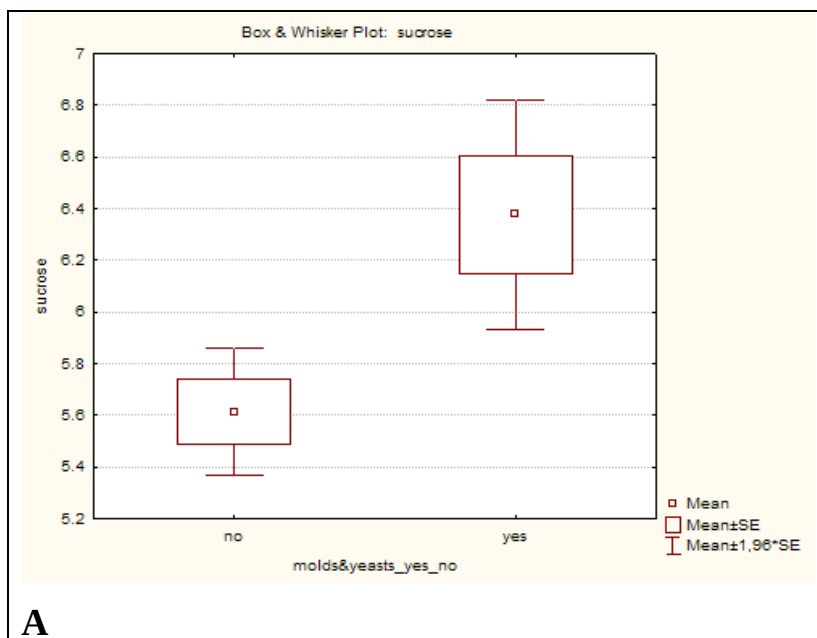


Figura 18: Comparações das distribuições dos níveis da variável sacarose em relação ao aspecto microbiológico de presença e ausência de bolores e leveduras (sim ou não) dos méis produzidos no Estado do Rio Grande do Norte Brasil.

3.4 CONCLUSÃO

Verificou-se que 55 das amostras apresentaram-se em conformidade com o Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Mel (MERCOSUL/GMC/RES no 15/94) e apenas 23 amostras não respeitaram este padrão. As amostras analisadas indicaram excelente qualidade microbiológica para o mel.

A presença destes microrganismos, principalmente bolores e leveduras, mesmo em amostras colhidas assepticamente indica a necessidade de identificação desta microbiota e sua possível ocorrência natural no mel produzido por este grupo de abelhas.

E o resultado positivo para coliformes, permitiu-se sugerir a necessidade de controle de qualidade, observando as boas práticas de apícolas, para se assegurar um produto saudável e seguro para o consumidor.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. M.; TOLEDO, V. DE A. A. DE; MARCHINI, L. C.; SEREIA, M. J.; MORETI, A.C. DE C. C.; LORENZETTI, E. R.; NEVES, C. A.; SANTOS, A. A. Avaliação da presença de coliformes, bolores e leveduras em amostras de mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas do alto rio Paraná. **Ciência Rural**. v. 39, n.7, p. 222-224, 2009.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000**, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo_intrnorm11.htm>. Acesso em: 25 jan. 2010

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC 012, nº12, de 02 de janeiro de 2001**, Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 25 jan. 2010.

CODEX ALIMENTARIUS (2001), Codex standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods, Volume 11 , disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net>>. Acessado em 14 Junh. 2009.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001 . 676p.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from Central Argentina. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1649-1653, 2007.

FRANCO, B. D. G. DE M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, 2005, p.182.

LIEVEN, M.; CORREIA, K. R.; FLORA, T. L.; FORTUNA, J. L. Avaliação da qualidade microbiológica do mel comercializado no extremo sul da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v. 33, n.4, p.544-552, 2009.

MERCOSUL/GMC/RES no 15/94. Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Mel. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1994-015.pdf> Acesso em: 04 fev. 2010.

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

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

OLIVEIRA, M. Desafios e oportunidades para o mel brasileiro. In: Revista **SEBRAE Agronegócios**. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, n. 3, p.36-37, maio de 2006.

SEREIA, M. J.; TOLEDO, V. A. A.; TOLEDO, V.R DE A. A. DE; MARCHINI, L. C.; ALVES, E. M.; FAQUINELLO, P.; ARNAUT, DE T., OLIVEIRA, T. C. S. DE. Microorganisms in organic and non organic honey samples of Africanized honey bees. **Journal of Apicultural Science**, v. 54, p. 49-54, 2010.

SNOWDON, J.A. The microbiology of honey - meeting your buyers specifications (Why they do what they do). **American Bee Journal**, Hamilton, v.139, n.1, p.51-59, 1999.

VARGAS, T. Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos campos gerais do Paraná. 2006. 100p. (Dissertação e Tecnologia de Alimentos.). Universidade Estadual De Ponta Grossa. Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

SOUZA, B. DE A. Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (*Apidae, Meliponinae*) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona* Illiger, 2008, 107p. (Tese de Doutorado, em Ciências Área de concentração: Entomologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz).

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

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**. v. 17, n.1, p. 59–64, 2006.