

**QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS (*Apis mellifera* L.) EM FUNÇÃO DO
AMBIENTE E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre na Área de Concentração: Produção de Animais de Interesse Econômico.

Teresina
Estado do Piauí - Brasil
Setembro- 2006

**QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS (*Apis mellifera L.*) EM FUNÇÃO DO
AMBIENTE E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA

Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre na Área de Concentração: Produção de Animais de Interesse Econômico.

Orientador: Prof. Dr. Darcet Costa Souza

Teresina

Estado do Piauí – Brasil

Setembro - 2006

N929q

Moura, Sinevaldo Gonçalves de

Qualidade do mel de Abelhas (*Apis mellifera*, L.) em
função do ambiente e do tempo de armazenamento/
Sinevaldo Gonçalves de Moura -- Teresina: UFPI, 2006.

64f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –
Universidade Federal do Piauí.

1. Mel de Abelha 2. *Apis mellifera* L. 3. Qualidade
do mel 4 Armazenamento 5. Apicultura I. Título

C.D.D. – 638.16

**QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS (*Apis mellifera L.*) EM FUNÇÃO DO
AMBIENTE E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA

Dissertação aprovada em: 08/09/2006

Prof. Dr. Darcket Costa Souza / UFPI
Orientador

Profª. Drª. Júlia Geracila de Mello e Carneiro/ UFPI
Examinador Interno

Profª. Drª. Lidia Maria Ruv Carelli Barreto/ UNITAU
Examinador Externo

“As palavras, como as abelhas, têm mel e ferrão” (Provérbio Suíço).

DEDICO

A Deus, supremo entre todos, que nos deu livre escolha para decidirmos os nossos passos.

A minha esposa Jaqueline Zanon de Moura, pelo amor e amizade a mim dedicados em mais essa conquista.

Aos meus pais Gabriel Moura Gonçalves e Ana dos Santos Gonçalves, pela perseverança em sempre sonhar com passos mais altos de seus filhos.

Aos meus irmãos: Sandovaldo Gonçalves de Moura, Solange Gonçalves de Moura, Sinvaldo Gonçalves de Moura e Sâmia Érica Gonçalves de Moura que formam uma família com laços sólidos de união e ajuda ao próximo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí, por me proporcionar a oportunidade do curso superior e da pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Darcet Costa Souza, pela orientação e amizade desde a graduação, contribuindo com ensinamentos valiosos para minha formação profissional.

À Profª. Drª. Júlia Geracila de Mello e Carneiro pela contribuição na formação de um censo crítico na realização de pesquisas simples e essenciais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.

À Associação de Apicultores de Simplício Mendes (AAPI) pelo apoio concedido durante toda a fase de experimentação, em especial a Valdete Moura, Anchieta Moura e Dionísio Mauriz.

À empresa Floramel Indústria e Comércio LTDA por mais essa parceria e pelo interesse em sempre contribuir com as pesquisas importantes para o setor apícola.

Aos que fazem a empresa Floramel, em especial o Sr. Paulo Henrique, Osvaldo Bonfim, Leandro Antão, Osiel, Maria Lucélia e Maria da Luz.

Ao amigo M.Sc. Laurielson Alencar pela contribuição com translado de amostras e materiais experimentais, referencial bibliográfico e sugestões.

Ao Prof. Dr. João Batista Lopes, pela ajuda nas análises estatísticas e por sua dedicação e empenho para uma pós-graduação cada vez melhor.

À Profª. Drª. Regina Lúcia, pela amizade e por sempre estar disponível para conselhos e orientações.

Ao Dr. Ricardo Camargo da Embrapa-MN, pela ajuda na realização das análises de açúcares.

Aos integrantes do Grupo de Estudos e Trabalhos em Apicultura da UFPI (GETAP).

Ao Luís Gomes, secretário do Mestrado, por sua dedicação e atenção em todos os momentos.

Aos colegas do mestrado, em Ciência Animal, pelo convívio durante a realização do mestrado.

Ao Juraci Ribeiro pela amizade e ajuda na formatação deste trabalho.

Aos professores do mestrado em Ciência Animal pelos valiosos ensinamentos repassados.

A todos os servidores do Centro de Ciências Agrárias da UFPI.

A todos aqueles que contribuíram com este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE FOTOS	xiii
RESUMO - Qualidade do Mel de Abelhas (<i>Apis Mellifera L.</i>) em Função do Ambiente e do Tempo de Armazenamento	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Apicultura: Considerações Gerais	3
2.2. Mel	3
2.2.1. Definição e Composição	3
2.2.2. Umidade	4
2.2.3. Cor	5
2.2.4. Hidroximetilfurfural	6
2.3. Fatores relacionados à qualidade do mel	7
2.3.1. Mel e as altas temperaturas	7
2.3.2. Mel e as baixas temperaturas	9
3. CAPÍTULO I - Qualidade de Méis de Abelhas (<i>Apis mellifera L.</i>) em Função do Ambiente e do Tempo de Armazenamento em Região Semi-Árida	11
Resumo	11
Abstract	12
1. Introdução e Revisão de Literatura	13
2. Material e Métodos	17
3. Resultados e Discussão	19

4. Conclusões	24
5. Referências Bibliográficas	24
4. CAPITULO II - Utilização da Refrigeração no Ambiente de Estocagem como Estratégia de Retardamento do Envelhecimento no Mel de Abelhas (<i>Apis mellifera L.</i>)	27
Resumo	27
Abstract	28
1. Introdução e Revisão de Literatura.....	28
2. Material e Métodos	33
3. Resultados e Discussão.....	36
4. Conclusões	41
5. Referências Bibliográficas	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

`	Minutos
°	Graus
CCA	Concreto Celular Autoclavado
g	Gramas
HMF	Hidroximetilfurfural
IN	Instrução Normativa
Inc.	Incidência
Kg	Quilograma
Km	Kilômetro
LTDA	Limitada
m	Metros
mg	Miligramas
mm	Milímetros
°C	Graus Celsius
PI	Piauí
TRAT.	Tratamento

LISTA DE TABELAS

GERAIS

Tabela 1 - Classificação da cor do mel segundo <i>Pfund</i> .	6
---	---

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Temperaturas médias mensais (°C) registradas nos dois armazéns no período de junho a novembro de 2005.	20
Tabela 2 - Valores médios da Cor (mm) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento.	21
Tabela 3 - Variação da Cor dos méis (mm) ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento de acordo com escala de <i>Pfund</i> .	22
Tabela 4 - Teores médios de umidade (%) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento.	22
Tabela 5 - Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da condição de armazenamento.	23

CAPITULO II

Tabela 1 Temperaturas médias mensais (°C) registradas nos dois tipos de armazéns no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006.	36
Tabela 2 - Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da condição de armazenamento.	37
Tabela 3 - Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos após descristalização e parâmetros utilizados para caracterização da cristalização.	39

LISTA DE FIGURAS**GERAIS**

Figura 1. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas.... 7

CAPITULO I

Figura 1. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas. .. 14

CAPITULO II

Figura 1 HMF, 5-hidroximetil-2-furaldeido; F, 2-furaldeido..... 30

Figura 2. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas. .. 30

LISTA DE FOTOS**CAPÍTULO I**

FOTO 1. Tratamento 1: méis estocados em depósito convencional. 18

FOTO 2. Tratamento 2: méis estocados em depósito de Bloco Concreto Celular Autoclavado 18

CAPÍTULO II

FOTO 1 Tratamento 1: méis estocados em depósito convencional temperatura ambiente. 34

FOTO 2. Tratamento 2: méis estocados em depósito refrigerado. 34

Qualidade do Mel de Abelhas (*Apis mellifera* L.) em Função do Ambiente e do Tempo de Armazenamento.

Autor: SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA

Orientador: Prof. Dr. DAR CET COSTA SOUZA

Resumo: Avaliou-se a qualidade do mel em função do ambiente e do tempo de armazenamento nas condições do Piauí. Para tanto, o trabalho foi dividido em duas partes: uma medindo-se a redução da qualidade do mel, quando armazenado em depósito construído com tijolos convencionais ou de concreto celular autoclavado(CCA) e na segunda determinando-se o efeito da aclimatação do depósito na preservação da qualidade do mel. No primeiro estudo, utilizaram-se amostras de três lotes preparados para exportação em 2005, que foram estocadas em dois tipos de armazém em um entreposto de mel em região semi-árida (Simplício Mendes-PI), com: Tratamento 01 sendo um armazém construído com tijolo cerâmico convencional de seis furos, e o outro Tratamento 02 um armazém construído com Bloco de Concreto Celular Autoclavado. As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros Cor, Umidade e HMF, aos zero (jun), 30 (jul), 60 (ago), 90 (set), 120 (out) e 150 dias (nov). O segundo trabalho foi realizado com quatro amostras de méis colhidas de lotes preparados para exportação da safra de 2005, estocadas em duas condições de armazenamento em um entreposto de mel da cidade de Teresina, onde: Tratamento 01 foi o armazém convencional e Tratamento 02 o armazém aclimatado. As amostras foram analisadas quanto ao parâmetro hidroximetilfurfural (HMF) aos zero, 16, 32, 48, 64, 80 e 96 dias de estocagem. Foram acompanhadas as temperaturas diárias nos armazéns testados para os dois experimentos. As análises laboratoriais seguiram os métodos preconizados pela legislação brasileira, descrita na instrução normativa 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. No primeiro estudo, conclui-se que o teor de HMF é afetado pelo tipo de armazém utilizado, com efeito, sendo maior quanto maior for o tempo de estocagem, possibilitando reduzir a velocidade de deterioração do mel através da utilização de armazéns construídos com bloco CCA. No segundo estudo, a refrigeração foi efetiva na manutenção de temperaturas amenas no depósito aclimatado, sendo eficiente na redução da velocidade de formação do HMF em

relação ao depósito mantido à temperatura ambiente. Contudo, a refrigeração do depósito de armazenamento do mel acelera o processo de cristalização, devendo por isso sua utilização ser recomendada apenas para méis processados e aptos à exportação.

Palavras-chaves: *Apis mellifera* L., Qualidade do mel, Ambiente e Tempo de Armazenamento.

Quality of the Bee (*Apis mellifera* L.) Honey in View of Storage Environment and Span

Author: SINEVALDO GONÇALVES DE MOURA

Advisor: Prof. Dr. DARCET COSTA SOUZA

Abstract: The present study aimed at evaluating the quality of bee honey in view of storage environment and span, under the conditions prevailing in Piauí. The experiment was divided into two parts: part one evaluated the reduction in the quality of the honey when kept in store-rooms built with conventional bricks or with autoclaved cellular concrete blocks (CCA); part two examined the effect of the refrigeration of the store-room in preserving the quality of the honey. For the first study, samples were collected from three batches prepared for exportation in 2005, and stored in two different kinds of store-rooms, in a warehouse in the semi-arid region (Simplício Mendes). Treatment 01 used a store-room built with conventional six-hole ceramic bricks, whereas Treatment 02 employed a store-room built with Autoclaved Cellular Concrete Blocks. The samples were analyzed for the parameters Color, Humidity and HMF at zero (June), 30 (July), 60 (Aug.), 90 (Sep.), 120 (Oct.) and 150 days (Nov.). The second study was carried with four samples gathered from batches prepared for exportation in 2005 which were kept under two different storage conditions in a warehouse in the city of Teresina. Treatment 01 used a conventional store-room and Treatment 02 used a refrigerated depot. The samples were analyzed for the parameter Hidroximetilfurfural (HMF) at zero, 16, 32, 48, 64, 80 and 96 days of storage. Daily temperatures of the store-rooms were assessed in both treatments. Laboratorial analyses abided by the methodology recommended by Brazilian Law as described in the Ministry of Agriculture, Cattle Raising and Supply Norm 11, of October 20, 2000. The first experiment demonstrated that the contents of HMF are affected by the type of store-room, and that the longer the storage span the stronger the effect, so that it is possible to reduce the pace of deterioration of the honey by using store-rooms built with CCA blocks. In the second experiment, refrigeration proved effective in keeping mild temperatures in the store-room, which was efficient in reducing the pace of HMF occurrence, when compared to the store-room that was kept at regular temperatures. However, the refrigeration of the

honey store-room quickens the pace of crystallization, so that it is only recommended for processed honey ready for exportation.

Key-words: *Apis mellifera* L., Quality of bee honey, Storage environment and span.

1. INTRODUÇÃO

A atividade apícola no Brasil tem apresentado um forte crescimento nos últimos anos, influenciada pela grande valorização do mel ocorrido no inicio dos anos 2000, principal produto da apicultura. Isso ocorreu com o início das exportações do mel brasileiro, em função da saída da China do mercado europeu e, consequente, abertura deste para outros produtores e potenciais exportadores, como o Brasil. Nos últimos anos, a China tem se destacado como maior produtor e exportador de mel do mundo, abastecendo anualmente o mercado internacional com cerca de 70 mil toneladas deste produto.

No Brasil, a apicultura forma uma cadeia produtiva com mais de 300 mil apicultores e cerca de cem unidades de processamento de mel, que juntos empregam, temporária ou permanentemente, quase 500 mil pessoas. Em 2004, este setor foi responsável pela produção de 32 mil toneladas de mel e 1,6 mil toneladas de cera de abelha, gerando divisas de mais de US\$ 42 milhões com a exportação e se inserindo com destaque na pauta de exportação de agroprodutos do país (USAID, 2006).

Com as exportações, alguns estados do Brasil, e em especial o Piauí, conseguiram colocar o mel como um importante produto na pauta de exportação. Isso se deve a existência da flora nativa, rica em plantas melíferas, e pela ausência de contaminantes químicos, o que favorece a produção de um mel de excelente qualidade.

Dante disto, é crescente a preocupação com a manutenção da qualidade do mel produzido no Brasil, bem como, o conhecimento da variação das características utilizadas como indicadoras de qualidade, uma vez que são grandes as exigências no mercado internacional, em especial na União Européia.

Assim, torna-se importante quantificar a variação de parâmetros indicadores de qualidade, gerando informações que venham minimizar a deterioração e, consequentemente, assegurar maiores possibilidades de mercados para o mel produzido nas regiões quentes do Brasil.

Estruturalmente este trabalho está dividido em uma introdução, revisão de literatura e dois capítulos, sendo que os capítulos um e dois são apresentados dentro da formatação de artigo científico, composto de Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e

Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências Bibliográficas, para envio à revista especializada. Foram utilizadas como formatação base para os capítulos, as normas da Revista Ciência Rural da Universidade Federal de Santa Maria – RS.

No estudo realizado, verificou-se a qualidade do mel de *Apis mellifera* L. em função do tipo de construção e do ambiente de armazenamento em méis estocados nas condições do Piauí.

Para tanto foram realizados dois experimentos com os seguintes objetivos específicos:

- Quantificar a perda da qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) em função do tempo e do tipo de construção do local de armazenamento em região semi-árida;
- Quantificar a perda da qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) ao longo do tempo em armazéns com e sem refrigeração.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Apicultura – Considerações Gerais

Segundo SOMMER (1998), o Brasil é um dos poucos países do mundo que tem abelhas que não recebem qualquer tratamento sanitário em suas colméias, estando 80% delas instaladas em florestas nativas, tendo por isso condições para oferecer aos mercados interno e externo produtos apícolas orgânicos.

A criação de abelhas, tendo como finalidade a produção de mel, existe em praticamente todo o território Brasileiro. Porém, é na Região Sul onde se tem a maior produção (47%), sendo o Estado do Rio Grande do Sul o maior produtor nacional, detendo 22,66% da produção. A Região Nordeste é a segunda maior produtora nacional, com 32% da totalidade, destacando-se o Estado do Piauí, o terceiro maior produtor nacional (IBGE, 2004).

No Piauí, este destaque está relacionado, entre outros fatores, ao volume de recursos investidos na apicultura através de associações e cooperativas, o que propiciou a compra de equipamentos, colméias e a construção de infra-estrutura, permitindo a ampliação da base de produção e melhorias no processamento (VELOSO FILHO et al., 2004).

Neste contexto, a apicultura tem se destacado como uma atividade importante no Piauí, gerando ocupação e renda no campo. VILELA & ALCOFORADO FILHO (2000) estudando a cadeia produtiva do mel no Piauí afirmam que 70 % dos produtores são pequenos e médios apicultores, que possuem, em média, menos de 100 colméias estando normalmente ligados às associações ou cooperativas apícolas. Nesse mesmo estudo, os autores observaram ainda que o mel era o principal produto da cadeia produtiva apícola no estado, mesmo sendo possível e existindo potencial para a exploração de outros produtos da colméia.

2.2. Mel

2.2.1. Definição e Composição

Pela definição da legislação brasileira (BRASIL, 2000), entende-se por mel “o produto alimentício produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores e de secreções procedentes de partes vivas de certas plantas ou de secreções de insetos sugadores de plantas que vivem sobre algumas espécies vegetais e que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colméia”.

Segundo CRANE (1983), 181 substâncias diferentes já haviam sido identificadas no mel, algumas exclusivas. Os principais componentes do mel são os açúcares, dos quais os monossacarídeos frutose e glicose, juntos perfazem cerca de 70% do total; dissacarídeos, incluindo sacarose, somam em torno de 10%, e a água na qual os açúcares estão dissolvidos, 17 – 20%.

CARNEIRO et al. (2002) estudando as características Físico-Químicas de 132 amostras de mel de abelhas da microrregião de Simplício Mendes-PI encontraram para os índices de maturidade valores que oscilaram de 14,6 a 19,3% para umidade, de 70,38 a 87,39% para açúcares redutores e de 0,4 a 7,9% para sacarose aparente; já para os parâmetros indicativos de pureza os valores foram de 0,01 a 1,28% de sólidos insolúveis e de 0,02 a 0,32% para cinzas. Os índices de deterioração forneceram as faixas de 18,98 a 56,18 meq/kg para acidez e de 5,17 a 23,17 de atividade diastásica na escala de *Goethe*.

2.2.2. Umidade

Na composição do mel a água constitui o segundo componente em quantidade, geralmente variando de 15 a 21%, dependendo do clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação. Normalmente o mel maduro tem menos de 18,5% de água. O conteúdo de água no mel é, sem dúvida, uma das características mais importantes, por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade; conforme SEEMANN & NEIRA (1988).

A água está presente no mel em quantidades que ficam em torno de 17,2%, mas como o mel é um produto biológico, este valor pode variar. De fato, as abelhas operculam os alvéolos assim que o teor se aproxima dos 18% (HUCHET et al., 2003).

A Instrução Normativa (IN) nº 11, de 20 de outubro de 2000, estabelece como valor máximo de umidade 20g por 100g de mel, sendo este parâmetro considerado indicativo de maturidade (BRASIL, 2000).

2.2.3. Cor

A cor do mel líquido pode variar de branco-aquoso a próxima de preto, sendo esta característica determinante no preço do mel no mercado internacional, com os méis claros alcançando preços mais altos que os escuros. A contaminação com metais também escurece o mel. Os minerais estão entre os componentes que afetam a cor do mel. Mel de cor clara, freqüentemente, contêm pouca matéria mineral e méis escuros podem conter muito mais, embora não necessariamente, pois a cor depende também de outros fatores. As taxas de escurecimento podem variar dependendo da composição do mel (ácidos, conteúdo de nitrogênio e frutose) e cor inicial, e podem estar ligadas direta ou indiretamente à produção de HMF. A cor pode ainda ser uma indicadora segura de qualidade, pois o mel torna-se mais escuro durante o armazenamento, e o escurecimento pode ser acelerado por temperaturas altas (CRANE, 1983).

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 sendo preferidos em relação aos escuros. Esta preferência remunera melhor estes méis no mercado interno e externo. 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 e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colméia (SEEMANN & NEIRA, 1988).

Segundo a IN N° 11 de 20 de outubro de 2000, a cor do mel é um dos parâmetros das características sensoriais e pode variar de quase incolor a parda escura (BRASIL, 2000).

Comercialmente a cor do mel é classificada de branco d'água a âmbar escuro, onde segundo escala de *Pfund* apresenta a divisão descrita na Tabela 1 (MARCHINI et al., 2004). No mercado internacional a preferência é por méis com classificação entre extra-branco e extra âmbar claro.

TABELA 1 - Classificação da cor do mel segundo *Pfund*.

Cor	Escala de <i>Pfund</i> (mm)*	Faixa de Cor (inc.)**
Branco d'água	1 a 8	0,030 ou menos
Extra- branco	Mais de 8 a 17	Mais de 0,030 a 0,060
Branco	Mais de 17 a 34	Mais de 0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50	Mais de 0,120 a 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85	Mais de 0,188 a 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114	Mais de 0,440 a 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114	Mais de 0,945

*milímetros, ** incidência (absorbância a 560 nanômetros em espectrofotômetro)

MOURA et al. (2004), encontraram para o período de 240 dias de armazenamento um aumento de 59,77% e 65,02% nos valores de absorbância para méis sem e com processamento industrial, respectivamente, sendo que todos permaneceram na mesma classificação de cor, indicando a influência do processamento sobre essa característica.

2.2.4. Hidroximetilfurfural-HMF

Dentre os constituintes secundários do mel, talvez o mais discutido seja o hidroximetilfurfural, comumente chamado de HMF. Este composto resulta da quebra de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido. A importância de sua detecção no mel tem crescido, por ser um indicador de qualidade, já que a quantidade deste composto é aumentada em méis submetidos a altas temperaturas. Sabe-se que, para cada 10°C aumentados no tratamento térmico do mel, aumenta a velocidade de produção de HMF em cerca de 4,5 vezes; por exemplo, um aumento que leva 100 dias a 30°C leva cerca de 20 dias a 40°C, 4 dias a 50°C, 1 dia a 60°C e somente umas poucas horas a 70°C (CRANE, 1983).

KUSTER (1990) afirma que o HMF é originado de hexoses pela perda de três moléculas de água, catalisado em uma reação em meio ácido. Dentro de uma mistura aquosa o HMF em reações consecutivas associa-se a duas moléculas de água, rendendo um ácido levulínico e um fórmico (Figura 1). Dentro de sistemas não aquosos a hidrólise do HMF pode ser suprimida.

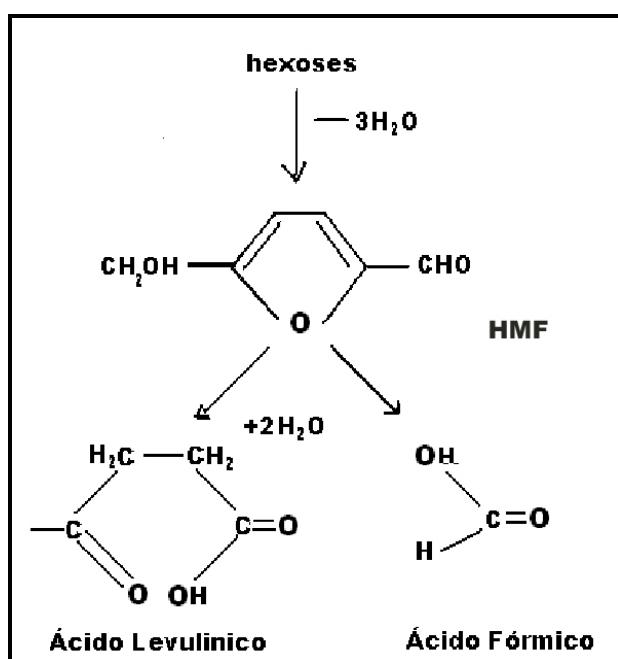


FIGURA. 1. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas.

O regulamento técnico para fixação da identidade e qualidade de mel, estabelece 60 mg/kg como valores máximos de HMF, devendo este valor não exceder a 15 mg/kg em méis com baixo conteúdo enzimático, mínimo de atividade diastásica de três na escala de *Goethe* (BRASIL, 2000).

2.3. Fatores Relacionados à Qualidade do Mel

2.3.1. Mel e as altas temperaturas

Alguns fatores exercem influência sobre os principais parâmetros indicadores de qualidade do mel, que podem sofrer maior ou menor deterioração em função das condições a que são expostos desde sua produção até chegar ao consumidor

nas várias etapas de produção. Assim, temperaturas elevadas associadas ao período de estocagem aparecem constantemente na literatura como os grandes responsáveis pela perda de qualidade no mel, principalmente, quando se refere ao HMF.

CAMARGO (1972) afirmou que a exposição direta ao sol favorece a diminuição da vida útil das caixas, dificulta a termorregulação, o que aumenta a mortalidade das crias e pode alterar o teor de HMF, invertase e diastase do mel.

O HMF tem a sua formação acelerada no mel pelo aquecimento ou altas temperaturas de estocagem, levando a alterações não desejadas nos valores dessa e de outras características tais como: perda de aroma e da atividade bactericida. Muitos países têm estipulado padrões para valores máximos deste composto (PICHELER et al., 1984).

SOUZA & SILVEIRA (1987) afirmaram que o calor é utilizado freqüentemente na descristalização do mel, e também como tratamento preventivo de sua cristalização e fermentação. Contudo, informam que os danos advindos do aquecimento tornam-se menores quando cuidados são tomados na duração e quantidade de calor utilizado no tratamento do mel.

WHITE JR. (1992) menciona que méis de países subtropicais podem ter, naturalmente, um alto valor de HMF sem que o mel tenha sido superaquecido ou adulterado, devido a altas temperaturas.

Uma pequena quantidade de HMF é encontrada nos méis recém colhidos produzidos pelas abelhas, mas se o mel for aquecido, essa quantidade aumenta de acordo com a taxa inicial, com a temperatura e também com o período de estocagem (DURAN et al., 1998).

Assim, a quantificação deste composto é feita no mel para se verificar a adulteração com açúcar comercial, estocagem inadequada ou, se este foi superaquecido (VILHENA & MURADIAN, 1999).

VALORI & COL (1999), apud MONTENEGRO et al.(2000), afirmam que o mel recém extraído contém pouca quantidade de HMF e se armazenado a uma temperatura de 12 a 15°C o aumento do conteúdo é mínimo. A ação do calor sobre o mel produz alterações e destruição de componentes sensíveis ao calor, em forma total ou parcial, de acordo com a intensidade do aquecimento que ele sofre.

HAYRULAH (2001) verificou que após um período de 12 meses de armazenamento a uma temperatura média de $20\pm5^{\circ}\text{C}$, os valores médios de HMF passaram de 3,30 para 19,10 mg/kg.

CRANE (1975) afirma que além do processamento impróprio, a estocagem do mel por longos períodos provoca a perda de qualidade do produto.

MOURA et al. (2002), estudando a variação das características físico-químicas de méis em função do tempo de armazenamento nas condições de Teresina-PI, encontraram, para 10 meses de armazenamento, a uma temperatura média de $28,74 \pm 1,026^{\circ}\text{C}$, um aumento percentual de 33,51%, 42,02% e 2,03% para cor, acidez e umidade, respectivamente, e uma redução de 49,75% na atividade diastásica dos méis.

TOSI et al. (2002) mostraram que o uso do tratamento térmico propositalmente para eliminação da cristalização ou pasteurização pode aumentar o conteúdo de HMF. Os mesmos autores citam que um aumento de HMF a 130°C durante 90 segundos é aproximadamente igual a um de 150°C a 30 segundos.

2.3.2. Mel e as baixas temperaturas

A alternativa mais comum, citada na literatura, para desacelerar a perda de qualidade dos méis, tem sido a estocagem a baixas temperaturas. Contudo, na hora de se refrigerar é importante que se conheça o comportamento de cada mel, quando submetido a esta condição, pois, a perda de qualidade é retardada, mas o processo de cristalização pode ser acelerado, havendo, neste caso, a necessidade de descristalização com tratamento térmico.

JEANE (1985) apud KRELL (1996) pondera que o volume de mel a ser descristalizado tem ligação direta com o tempo e a temperatura de descristalização. Assim, por exemplo, para descristalizar 20 kg de mel a 40°C levaria 24 horas, 50 kg 48 horas e 80 kg 108 horas.

CRANE (1975) já afirmava que méis estocados refrigerados apresentam granulação mais rápida. Vários materiais estimulam a formação de cristais no mel, cristais puros de hidratos de dextrose são altamente eficazes na indução à cristalização do mel. Méis contendo bolhas de ar, pólen ou outros elementos particulares, cristalizam

muito mais rapidamente de que os livres destes materiais. Inúmeros fatores influenciam a granulação, um dos mais importantes talvez seja o fato do mel ser naturalmente uma solução supersaturada de açúcares granulados. Méis de diferentes origens de plantas diferem extremamente uma das outras quanto à tendência a granulação.

MOREIRA (2001) propõe várias teses sobre a possível explicação para a maior ou menor cristalização ocorrida em diferentes méis. Méis com teores de frutose elevados e baixos teores de glicose são menos suscetíveis à granulação. Uma segunda linha demonstra que a tendência de granulação poderia ser estimada através da razão glicose/água (G/A), ou da razão G-A/F (G, glicose; F, frutose; A, água), onde razões G/A de 1,70 e inferiores estariam associadas à não granulação do mel, enquanto valores de 2,10 e superiores indicariam uma rápida granulação. Entretanto, um outro estudo sugeriu que existe apenas uma correlação vaga entre a razão G/A ou F/A e a tendência de granulação, sendo que em apenas 40 - 50% das amostras a granulação podia ser prognosticada a partir dessas razões. Finalmente, tem-se considerado como presença ou ausência de núcleos de cristalização o fator verdadeiramente envolvido com a granulação.

Já para MANIKIS & THRASIVOULOU (2001), a relação D/W (D = glicose, W = água) é o índice mais útil de predição de granulação do mel permitindo 68% de predição para méis estrangeiros e 93% para méis gregos.

CRANE et al. (1984) apud MANIKIS & THRASIVOULOU, classifica os tipos de cristalização em: Cristalização rápida: 1 mês; Cristalização mediana: 1-12 meses; Cristalização lenta > 1 ano e Cristalização escassa > 4-5 anos.

Neste sentido, nos últimos anos vêm sendo realizados vários trabalhos de análises físico-químicas de méis brasileiros, visando a sua tipificação e gerando subsídios para orientar a produção e processamento a fim de garantir a qualidade deste produto no mercado. É de fundamental importância a caracterização de méis levando-se em consideração a grande diversidade botânica e variações edafoclimáticas de cada região. Parâmetros físico-químicos são utilizados na caracterização do mel e podem ser também utilizados como ferramenta para a determinação de adulterações no mel comercializado (SODRÉ et al., 2000).

3. Cápítulo-1

Qualidade de Méis de Abelhas (*Apis mellifera L.*) em Função do Ambiente e do Tempo de Armazenamento em Região Semi-Árida¹

Quality of Bee (*Apis mellifera L.*) Honeys in View of Storage Environment and Span in a Semi-Arid Region

Sinevaldo Gonçalves de Moura²; Darcet Costa Souza³

Resumo – Avaliou-se a qualidade de méis ao longo do tempo de armazenamento em dois tipos de armazéns. O experimento foi realizado na Associação de Apicultores de Simplício Mendes (AAPI), município de Simplício Mendes-PI, no período de maio a novembro de 2005. Foram coletadas amostras de três lotes de méis preparados para exportação e estocados em dois tipos de depósitos, onde os tratamentos consistiram em: T.1- méis estocados em armazém construído com bloco cerâmico vazado do tipo seis furos (convencional) e T.2- méis estocados em armazém construído com bloco de concreto celular autoclavado-CCA (alternativo). Foram analisadas as características físico-químicas: Hidroximerilfurfural (HMF), Cor e Umidade a Zero, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, sendo acompanhadas as temperaturas diárias nos dois armazéns. As análises laboratoriais seguiram os métodos preconizados pela legislação brasileira vigente, e Instrução Normativa 11 (BRASIL, 2000). As menores temperaturas foram observadas no armazém de bloco CCA, apontando discreta eficiência deste tratamento na manutenção das condições de temperatura ambiente, mais adequada à preservação da qualidade do mel. A cor e a umidade dos méis não apresentaram alterações

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, pela Universidade Federal do Piauí – Teresina, PI.

² Pós-Graduando do Curso de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí – e-mail: sinevaldo.moura@yahoo.com.br.

³ Professor Dr. do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI – Campus da Socopo – 64049-550 – Teresina-PI. E-mail: darcet@terra.com.br.

significativas ao longo de 150 dias de estocagem nos dois tratamentos. O teor de HMF foi afetado pelo tipo de armazenamento, tendo este valor aumentado com o tempo de estocagem. É possível reduzir a velocidade de deterioração do mel através da utilização de armazéns construídos com bloco CCA.

Palavras-chaves: *Apis mellifera* L., Qualidade do mel, Ambiente de armazenamento.

Abstract: This research aimed at evaluating the quality of honeys throughout the storage span in two different types of store-room. The experiment was carried out at the Association of Apiculturists of Simplício Mendes (AAPI), in the town of Simplício Mendes, Piauí, in the period comprised between May and November 2005. Samples were collected from three batches of honey prepared for exportation, and stored in two different kinds of store-room, treatments consisting of: T.1 – honeys stored in a depot built with six-hole ceramic blocks (conventional), and T.2 – honeys stored in a depot built with autoclaved cellular concrete blocks – CCA (alternative). The physico-chemical characteristics Hidroximetilfurfural (HMF), Color and Humidity were analyzed at zero, 30, 60, 90, 120 and 150 days, and the daily temperatures were assessed in both store-rooms. Laboratorial analyses abided by the methodology recommended by Brazilian Law as described in the Ministry of Agriculture, Cattle Raising and Supply Norm Nº 11, of October 20, 2000. The lowest temperatures were observed in the CCA block depot, pointing to a mild efficiency of this treatment in the maintenance of room temperature in conditions more adequate for the preservation of the qualities of the honey. The color and humidity of the honeys did not suffer significant alteration along the 150 days of storage, whether they were stored in a conventional brick depot or in a depot built with autoclaved cellular concrete blocks. The HMF contents were affected by the type of store-room used, and the longer the storage span the stronger the effect. It

is possible to reduce the pace of deterioration of the honey by using store-rooms built with CCA blocks.

Key-words: *Apis mellifera L.*, Quality of honey, Storage environment.

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A apicultura brasileira, com mais de um século e meio de existência, vem passando por distintas e marcantes fases, desde sua implantação em 1839 até os dias atuais, apresentando impactos tecnológicos, biológicos, econômicos e sociais, principalmente após a chegada das abelhas africanas (SEBRAE, 2005).

A atividade, no país, vem sendo influenciada pela grande valorização do mel, em função do início das exportações em 2001. A internacionalização do mel brasileiro ocorreu devido à saída temporária da China do mercado europeu e, consequente, abertura deste para outros produtores e potenciais exportadores, como o Brasil. Nos últimos anos, a China tem se destacado como maior produtor e exportador de mel do mundo, abastecendo anualmente o mercado internacional com cerca de 70 mil toneladas deste produto.

Com as exportações, alguns estados do Brasil, e em especial o Piauí, conseguiram colocar o mel como um importante produto na pauta de exportação. Isso se deve a existência da flora nativa, rica em plantas melíferas, e pela ausência de contaminantes químicos, o que favorece a produção de um mel de excelente qualidade.

Alguns países importadores adotam valores para os principais indicadores de qualidade do mel, a serem obedecidos pelos exportadores, entre estes se destacam: Cor, Umidade e HMF. Um exemplo deste comportamento é observado na Alemanha, onde os importadores que dão preferência a méis claros, exigem umidade em torno de 18% e HMF com valores normalmente inferiores a 10 mg/kg.

No mel, o constituinte mais discutido como indicador de qualidade é o HMF que resulta da quebra de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido. A importância de sua detecção no mel tem crescido porque a quantidade deste composto é aumentada em méis submetidos a altas temperaturas. Sabe-se que para cada 10°C aumentados no tratamento térmico do mel aumenta a velocidade de produção de HMF em cerca de 4,5 vezes; por exemplo, um aumento que leva 100 dias a 30°C leva cerca de 20 dias a 40°C, 4 dias a 50°C, 1 dia a 60°C e somente umas poucas horas a 70°C (CRANE, 1983).

KUSTER (1990) afirma que o HMF é originado de hexoses pela perda de três moléculas de água, catalisado em uma reação em meio ácido. Dentro de uma mistura aquosa o HMF, em reações consecutivas associa-se a duas moléculas de água resultando disso um ácido levulínico e um fórmico (Figura 1). Dentro de sistemas não aquosos a hidrólise do HMF pode ser suprimida.

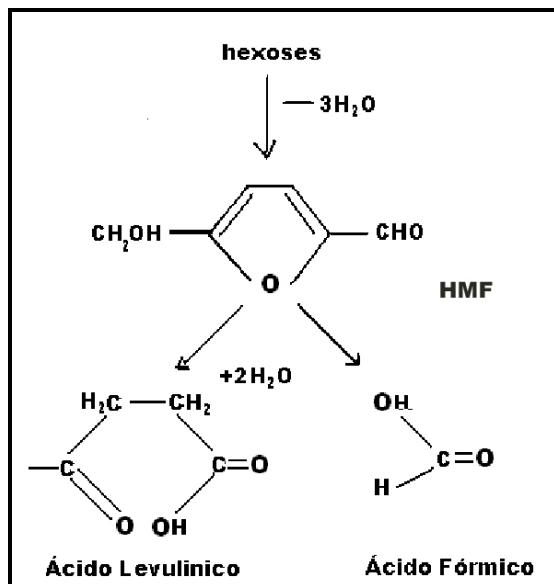


Figura 1. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas.

O mel das abelhas recém colhido, normalmente contém pequena quantidade de HMF, mas com o armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou o superaquecimento ocorre um aumento no teor do mesmo. Assim, a quantificação deste

composto é feita no mel para se verificar estocagem inadequada e/ou se este foi superaquecido, sendo também utilizada para verificação de adulteração com açúcar comercial (VILHENA & MURADIAN, 1999).

MOURA et al. (2002), estudando a variação das características físico-químicas de méis em função do tempo de armazenamento nas condições de Teresina-PI, encontraram, para 10 meses de armazenamento, a uma temperatura média de $28,74 \pm 1,026^{\circ}\text{C}$, um aumento percentual de 33,51%, 42,02% e 2,03% para cor, acidez e umidade, respectivamente, e uma redução de 49,75% na atividade diastásica dos méis.

MELO et al. (2003) encontraram valores médios para o teor de HMF ao longo do tempo de armazenamento de 4,57 ao zero dia e 10,17 mg/kg aos 180 dias para o tipo de mel silvestre e 1,08 e 7,12 mg/kg para o mel da florada de baraúna.

HAYRULAH (2001) verificou que após um período de 12 meses de armazenamento a uma temperatura média de $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ na Turquia, os valores médios de HMF passaram de 3,30 para 19,10 mg/kg.

Em função do controle nos valores de HMF exigido no mercado internacional, PICHELER et al. (1984) sugerem o estudo dos fatores que influenciam a quantidade de HMF formado em méis estocados.

A Instrução Normativa nº 11, BRASIL (2000), estabelece como valores máximos de HMF 60 mg/kg, devendo este valor não exceder a 15 mg/kg em méis com baixo conteúdo enzimático, mínimo de atividade diastásica de três na escala de *Goethe*.

A cor do mel é uma das características que mais determina a preferência do consumidor, que na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência, sendo os méis claros os preferidos e alcançando preços mais altos que os méis os demais. 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 e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colméia (SEEMANN & NEIRA, 1988).

Segundo a IN nº 11 de 20 de outubro de 2000, a cor do mel é um dos parâmetros das características sensoriais e pode variar de quase incolor a parda escura (BRASIL, 2000).

A água está presente no mel em quantidades que ficam em torno de 17,2%, mas como o mel é um produto biológico, este valor pode variar. De fato, as abelhas operculam os alvéolos assim que o teor se aproxima dos 18% (HUCHET et al., 2003).

A IN nº 11 de 20 de outubro de 2000, estabelece como valor máximo de umidade 20g por 100g de mel, sendo este parâmetro considerado indicativo de maturidade (BRASIL, 2000).

Assim, torna-se importante quantificar a variação de parâmetros indicadores de qualidade, gerando informações que venham possibilitar uma redução na deterioração e, consequentemente, prolongar a vida de prateleira dos méis.

Uma alternativa implantada em um dos entrepostos do estado, na tentativa de minimizar o aumento do HMF e o escurecimento do mel, foi a utilização de materiais alternativos para a construção das estruturas de estocagem de mel. Para isso, foi utilizado o Bloco de Concreto Celular Autoclavado (CCA), que segundo estudos do fabricante é um bom isolante térmico e contribui efetivamente para baixar a temperatura interna na área construída.

Contudo, como não se tem mensurado quais seriam as vantagens deste armazém em termos de redução da temperatura ambiente média e sua influência para

preservação da qualidade do mel, quando comparada a uma estrutura convencional de estocagem, procurou-se quantificar a perda da qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) ao longo do tempo em armazéns convencional e alternativo, construído com bloco de concreto celular autoclavado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no entreposto da Associação de Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes-PI (AAPI) e as análises laboratoriais em um entreposto de mel situado na cidade de Teresina-PI.

O município de Simplício Mendes fica a 410 km de Teresina que está posicionado a 07° 51' de latitude e 41° 55' de longitude e a uma altitude de 319,0 metros, temperatura média anual de 29,3 °C, umidade relativa média anual de 62,0% e precipitação média anual de 689,7 mm (MEDEIROS, 1999).

Os tratamentos estudados foram:

T01 - Méis estocados em armazém construído com bloco cerâmico vazado tipo seis furos (convencional);

T02 - Méis estocados em armazém construído com bloco de concreto celular autoclavado (CCA¹).

No tratamento 01 as amostras foram estocadas numa sala do setor administrativo do entreposto de 2 X 3 metros com 3 metros de pé direito, construída com tijolo cerâmico vazado de seis furos, posicionado no sentido leste - oeste. Essa condição se assemelha com as encontradas nos armazéns de mel utilizados por várias associações da região (Foto-1).

¹ Bloco de concreto celular SICAL- 60 x 30 cm, densidade aparente 430kg/m³, condutibilidade térmica de 0,083 Kcal/hm°C, coeficiente de dilatação térmica de 3,8 X 10⁻⁶°C

No tratamento 02 as amostras foram estocadas numa estrutura construída de bloco de concreto celular autoclavado (60 cm de comprimento X 30 cm de largura X 15 cm altura) com 18 metros de largura por 42 metros de comprimento com 3,8 m de pé direito (Foto-2).

O bloco CCA é obtido a partir de uma reação química entre cal, cimento, areia e pó, submetido a uma cura sob vapor a alta pressão e temperatura que dão origem a um silicato de cálcio, composto químico estável, leve, apontado como bom isolante térmico (CERÂMICA FORTE, 2006).



Foto 1- Tratamento 1: méis estocados em depósito convencional



Foto 2 – Tratamento 2: méis estocados em depósito de bloco concreto celular autoclavado

Foram utilizadas para essa avaliação três amostras de mel por tratamento, colhidas na região de Simplício Mendes, no período que vai de janeiro a abril de 2005. As amostras foram colhidas do entreposto, onde dois lotes possuíam em torno de 30 dias de estocados e o terceiro 70 dias, sendo as mesmas fracionadas em potes de vidro de 300 ml e estocadas nos dois armazéns e submetidas a análises laboratoriais mensais durante seis meses.

Foi realizado o monitoramento das temperaturas diárias, através de termômetros instalados nos dois armazéns. As temperaturas máximas e mínimas foram tomadas às 09h00min, utilizando-se termômetro de máxima e mínima, modelo TMM com escala variando de -50 a + 50°C.

As temperaturas médias foram estimadas a partir dos valores das temperaturas máximas e mínimas, utilizando-se a fórmula citada por MEDEIROS (1999):

$$T_{média} = (T_x + T_n) / 2$$

Onde:

$T_{média}$ = Temperatura média

T_x = Temperatura máxima

T_n = Temperatura mínima

O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com dois tratamentos (tipo de armazéns) x seis tempos (meses) com três repetições (lotes). Para a análise de variância, as médias dos resultados foram submetidas ao teste de Student-Newman-Keuls (SNK), segundo os procedimentos do Statistical Analyses System (SAS, 1986).

A determinação das características sensoriais (cor), e físico-químicas (Umidade e HMF) foi feita nos méis estocados nos dois armazéns em triplicata a cada 30 dias e seguiram os métodos preconizados pela legislação brasileira, que se encontram descritos na IN nº 11 (BRASIL, 2000). Os procedimentos utilizados estão de acordo com a metodologia do Códex Alimentarius Commission (CAC, 1990) e da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior ou menor deterioração dos méis depende de vários fatores, sendo a literatura unânime na hora de citar as altas temperaturas como a principal responsável pela perda de qualidade.

3.1. Temperaturas

Na Tabela 01, observa-se as temperaturas médias diárias obtidas para o período experimental de junho a novembro, havendo diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados. Ao longo do período experimental houve aumento de temperatura.

TABELA 01 – Temperaturas médias mensais (°C) registradas em armazéns construídos com tijolo convencionais de cerâmica e com bloco CCA no período de junho a novembro de 2005.

TRAT.	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (Dias)						MÉDIA
	(Jun.) Zero	(Jul.) 30	(Ago.) 60	(set.) 90	(Out.) 120	(Nov.) 150	
1-ARMAZÉM TIJOLO	26,40 ^{A a*}	26,64 ^{A b}	26,80 ^{A c}	27,85 ^{A d}	29,98 ^{A e}	31,83 ^{A f}	28,25^A
2-ARMAZÉM BLOCO CCA	25,75 ^{Ba}	25,86 ^{Bb}	25,98 ^{Bc}	26,67 ^{Bd}	29,31 ^{Be}	31,19 ^{Bf}	27,46^B
MÉDIA	26,08^a	26,25^b	26,39^c	27,26^d	29,65^e	31,51^f	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas colunas e linhas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

As temperaturas médias mensais para o tratamento dois apresentaram uma diferença média de 0,79°C menor em relação ao tratamento um, para período de 150 dias, apontando uma melhor eficiência na preservação da temperatura ambiental mais baixa deste tratamento.

Segundo MEDEIROS (1999), a cidade de Simplício Mendes apresenta temperatura média anual de 29,3 °C e para os meses em questão estima com base em série histórica as seguintes médias mensais: 29,60 °C (jun.), 29,40 °C (jul.), 29,30 °C (ago.), 30,60 °C (set), 30,80 °C (out.) e 31,20°C (nov.).

Os contrastes entre as médias dos tratamentos para os meses inicial e final foram semelhantes, 5,43 e 5,44°C para armazém tijolo e bloco CCA, respectivamente. Contudo, é possível atribuir uma manutenção de maiores temperaturas por um período mais longo do dia no tratamento um, uma vez que se observou que este não possui um

sistema de ventilação tão eficiente. Esse fato, explica em parte, os maiores teores de HMF encontrados para o tratamento um ao final do período de estocagem (Tabela 05).

3.2. Cor

Para o parâmetro cor do mel não foram observadas diferenças significativas em mm ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados (Tabela 02).

TABELA 02-Valores médios da Cor (mm) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento.

TRAT.	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (Dias)						MÉDIA
	(Jun.) Zero	(Jul.) 30	(Ago.) 60	(Set.) 90	(Out.) 120	(Nov.) 150	
1-ARMAZÉM TIJOLO	51,00 ^{A a*}	52,67 ^{A a}	58,00 ^{A a}	62,00 ^{A a}	63,00 ^{A a}	64,00 ^{A a}	58,44^A
2-ARMAZÉM BLOCO CCA	51,00 ^{A a}	52,33 ^{A a}	57,00 ^{A a}	61,00 ^{A a}	62,00 ^{A a}	63,00 ^{A a}	57,72^A
MÉDIA	51,00^a	52,50^a	57,50^a	61,50^a	62,50^a	63,50^a	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas colunas e linhas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Houve um escurecimento médio dos méis de 25,49% e 23,53% para os tratamentos um e dois, respectivamente, ao longo de 150 dias de estocagem, sendo que, as médias das amostras permaneceram dentro da mesma faixa de cor que as classificam como Âmbar Claro (50-85 mm na escala de Pfund, (MARCHINI et al., 2004)), havendo, contudo, uma amostra que teve a sua classificação alterada de Extra Âmbar Claro (34-50 mm) para Âmbar Claro aos 60 dias de armazenamento (Tabela 03).

Essa tendência foi encontrada por MOURA et al. (2004) que encontraram para o período de 240 dias de armazenamento para as condições de Teresina-PI, um aumento de 59,77% e 65,02% nos valores de absorbância para méis sem e com processamento industrial, respectivamente, sendo que todos permaneceram na mesma classificação de cor, indicando a forte influência das temperaturas do processamento sobre essa característica.

TABELA 03 – Variação da Cor dos méis (mm) ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento de acordo com escala de *Pfund*.

TRAT.	Lotes	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (Dias)					
		(Jun.) Zero	(Jul.) 30	(Ago.) 60	(Set.) 90	(Out.) 120	(Nov.) 150
1- ARMAZÉM TIJOLO	1	43EAC*	47EAC	56AC	63AC	64AC	65AC
	2	39EAC	40EAC	44EAC	47EAC	48EAC	49EAC
	3	71AC	71AC	74AC	76AC	77AC	78AC
2- ARMAZÉM BLOCO CCA	1	43EAC	46EAC	55AC	62AC	63AC	64AC
	2	39EAC	40EAC	43EAC	46EAC	47EAC	48EAC
	3	71AC	71AC	73AC	75AC	76AC	77AC

EAC- Extra Âmbar Claro;
AC Âmbar Claro

3.3. Umidade do Mel

Não foram observadas diferenças significativas nos teores de umidade do mel (%) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados para o teor de umidade (Tabela 04), o que demonstra que esse parâmetro não sofreu alterações, uma vez que as embalagens estavam hermeticamente fechadas.

TABELA 04 - Teores médios de umidade (%) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da estrutura de armazenamento.

TRAT.	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (Dias)						MÉDIA
	0	30	60	90	120	150	
1-ARMAZÉM TIJOLO	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^A
2-ARMAZÉM BLOCO CCA	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^{A a}	18,7 ^A
MÉDIA	18,73 ^a	18,74 ^a	18,725 ^a	18,73 ^a	18,73 ^a	18,73 ^a	18,73 ^a

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas colunas e linhas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

3.4. HMF

Observou-se para o parâmetro HMF que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados, mostrando que o aumento deste parâmetro variou em função do tratamento e do tempo de estocagem (Tabela 4).

HAYRULAH (2001) confirma essa tendência de crescimento deste parâmetro onde encontrou para um período de 12 meses de armazenamento, a uma temperatura média de $20\pm5^{\circ}\text{C}$, os valores médios de HMF passando de 3,30 para 19,10 mg/k, o que representa um aumento de 479%.

TABELA 05 - Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da condição de armazenamento.

Tempo de Armazenamento (dias)	HMF (mg/kg)	Tratamentos			
		1-Armazém Tijolo Convencional	Acréscimo no Período	2-Armazém Bloco CCA	Acréscimo no Período
Zero	Valor -1	9,32	-	9,32	-
30	Valor -2	14,85	5,53^{Aa}	14,01	4,69^{Ab}
60	Valor -3	20,91	6,06^{Aa}	18,70	4,69^{Bb}
90	Valor -4	26,69	5,78^{Aa}	24,18	5,48^{Aa}
120	Valor -5	32,67	5,98^{Aa}	29,73	5,55^{Aba}
150	Valor -6	38,96	6,29^{Aa}	35,76	6,03^{Aa}
Média	-	23,90	5,93^A	21,95	5,29^B

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas linhas e colunas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de HMF aumentou 318,02 e 283,69% para o tratamento convencional e Bloco CCA, respectivamente, sendo que a média dos teores mostrou-se 8,88% maior para o tratamento 1 ao final de 150 dias de estudo.

O aumento médio diário de HMF em mg/kg de mel foi de 0,198 e 0,176 para os méis estocados nos tratamentos um e dois, respectivamente. Assim, por exemplo, um mel com um valor hipotético de HMF próximo de zero mg/kg, estocados nas mesmas condições do experimento, levaria para atingir o valor de 10 mg/kg (valor de referência da Alemanha), cerca de 56,81 e 50,50 dias nos tratamentos um e dois, respectivamente.

Esta mesma tendência também é confirmada por MELO et al. (2003), que encontraram valores médios, ao longo de 180 dias de armazenamento, para o índice de HMF de 4,57 mg/kg no dia zero, passando para 10,17 mg/kg aos 180 dias de

armazenamento, para o tipo de mel silvestre e 1,08 para 7,12 mg/kg para o mel da florada de baraúna.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados conclui-se para as condições experimentais que:

As menores temperaturas foram observadas no armazém de bloco CCA, apontando discreta eficiência deste tratamento na manutenção das condições de temperatura ambiente, mais amenas à preservação da qualidade do mel.

O teor de HMF é afetado pelo tipo de armazenamento, sendo este efeito maior quanto maior for o tempo de estocagem.

É possível reduzir a velocidade de deterioração do mel através da utilização de armazéns construídos com bloco CCA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado no município de Pirassununga, estado de São Paulo.** 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência, Escola Superior de Agronomia “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15th. Supl 2. Ed. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11.** Diário Oficial da União, seção 1, p.16-17, 23/10/2000.

CAC. Codex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis.** Vol. 3, Supl. 2, ed. 1990.

CERÂMICA FORTE. O Bloco de concreto celular. Capturado em 02 fev. 2006. Online. Disponível na Internet <http://www.ceramicafortes.com.br/sical/det.htm>.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do mel.** Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983. 226p.

HAYRULLAH, I. K. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. **Turk J Agric For**, 25 (2001) 347-349.

HUCHET, E.; COUSTEL, J. e G., Laurent. **Les constituents chimiques du miel.** Capturado em 07 de jul. 2003. Online disponível na internet http://apiservices.com/articles/chimie_miel.htm.

INTERNATIONAL TRADE FORUM. Upswing in the honey market. International Trade Forum, / **Resumo em Apicultura Abstracts**, v.30, n.3, 1979. p.214.

KUSTER, E. B. F.M. 5-hydroximetilfurfural (HMF). A Review Focussing on its manufacture. **Starch – Stärke**. V. 42, Issue 8.. p 314-321, 1990.

MARCHINI, L. C., SODRÉ, G. S., MORETI, A. C. C. C. **Mel Brasileiro: Composição e Normas.** Ribeirão Preto: 2004. 111 p.

MEDEIROS, R. M de. **Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí.** Teresina: Departamento de Hidrometeorologia, 1999. 114p.

MELO, Z. F. N., Duarte, M. E. M., Mata, M. E. R. M. C. Estudo das Alterações do Hidroximetilfurfural e da Atividade Diastásica em Méis de Abelha em Diferentes Condições de Armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.89-99, 2003.

MOURA, S.G. de; CARNEIRO, J.G. de M. e; SOUZA, D.C. Variação das características físico-químicas de méis em função do tempo de armazenamento nas condições de Teresina-PI. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI, 11, 2002, Teresina (PI), **Resumos...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2002, p.4.

MOURA, S.G. de; CARNEIRO, J.G. de M. e; SOUZA, D.C. Variação das características físico-químicas de mel de abelha ao longo do processamento industrial e

durante o armazenamento nas condições de Teresina (PI). SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI, 12, 2004 **Resumos...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2004. p.13.

PICHELER, F. J., VORWOHL, G. und GIERSCHNER, K. Faktoren, die bildung von hydroxymethylfurfural im honig beeinflussen. **Apidologie**, 1984, 15 (2) 171-188.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: **Informações de Mercado Sobre Mel e Derivados da Colméia**: Relatório Completo. Série Mercado, 2005, Brasilia, 243 p. Capturado em 24/08/06. Online. Disponível em <http://www.sebrae.com.br>.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) 1986. **System for linear models**. SAS Institute. 211 p.

VILHENA, F.; MURADIAN, L.B. de. **Manual de análises físico-químicas de mel**. 1 ed. São Paulo: APACAME, 1999, v. 1. 24 p.

4. Capítulo 2

Utilização da Refrigeração no Ambiente de Estocagem como Estratégia de Retardamento do Envelhecimento do Mel de Abelhas (*Apis mellifera L.*)¹

Using Refrigeration in The Storage Environment as a Means to Check the Aging of Bee (*Apis mellifera L.*) Honey

Sinevaldo Gonçalves de Moura² Darcet Costa Souza³

Resumo: Avaliou-se a qualidade de méis ao longo do tempo de armazenamento em dois ambientes. O experimento foi realizado em um grande entreposto de mel da cidade de Teresina. Foram coletadas amostras de quatro lotes de méis para exportação da safra de 2005 e estocadas em duas condições de armazenamento, onde os tratamentos consistiram em: T01 Armazém convencional e T02 Armazém refrigerado. As amostras foram analisadas quanto ao parâmetro Hidroximetilfurfural (HMF) aos 0, 16, 32, 48, 64, 80 e 96 dias de estocagem, sendo acompanhadas as temperaturas diárias nos dois armazéns. As análises laboratoriais seguiram os métodos preconizados pela legislação brasileira vigente, descrita na Instrução Normativa 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. A refrigeração foi efetiva na manutenção de temperaturas amenas no depósito aclimatado, sendo eficiente na redução da velocidade de formação do HMF em relação ao depósito mantido à temperatura ambiente. A refrigeração do depósito de armazenamento do mel acelerou o processo de cristalização do produto, devendo por isso ser aconselhada sua utilização apenas para méis já processados e aptos à exportação.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, pela Universidade Federal do Piauí – Teresina, PI.

² Pós-Graduando do Curso de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí – e-mail: sinevaldo.moura@yahoo.com.br.

³ Professor Dr. do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI – Campus da Socopo – 64049-550 – Teresina-PI. E-mail: darcet@terra.com.br.

Palavras-chaves: *Apis mellifera* L., Qualidade do mel, Refrigeração no Armazenamento.

Abstract: This research aimed at evaluating the quality of honeys throughout the storage span in two different environments. The experiment was carried out in a large warehouse in the city of Teresina. Samples were collected from four batches of honey from the 2005 harvest prepared for exportation, and stored under two different conditions, the treatments consisting of: T.01 conventional store-room and T.02 refrigerated store-room. The samples were analyzed as regards the parameter HMF at zero, 16, 32, 48, 64, 80 and 96 days of storage and the daily temperatures were monitored in both depots. Laboratorial analyses abided by the methodology recommended by Brazilian Law as described in the Ministry of Agriculture, Cattle Raising and Supply Norm nº 11, of October 20, 2000. Refrigeration proved effective in keeping mild temperatures in the store-room, which was efficient in reducing the pace of HMF occurrence, when compared to the store-room that was kept at regular temperatures. However, the refrigeration of the honey store-room quickened the pace of crystallization, so that it is only recommended for processed honey ready for exportation.

Key-words: *Apis mellifera* L., Quality of the honey, Refrigeration in the storage environment.

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Em 2001, com o recente início das exportações do mel brasileiro, a atividade apícola cresceu bastante em todo o país. Desde então, a exportação vem representando um importante canal de comercialização na cadeia produtiva apícola.

Neste contexto, o Brasil, e em especial o Piauí, conseguiu colocar o mel como um importante produto na pauta de exportação. Grande parte do mel exportado é

proveniente da flora nativa, rica em plantas melíferas, com baixo risco de contaminação por produtos químicos, o que favorece a produção de um mel de excelente qualidade. Esta situação favorece a manutenção e o aumento da participação do Brasil no mercado internacional do mel, uma vez que a procura por alimento seguro, livre de qualquer contaminação, tem sido uma grande preocupação dos consumidores internacionais. Neste sentido, é crescente a preocupação com a manutenção da qualidade do mel produzido no país, bem como o conhecimento da variação das características utilizadas como indicadoras de qualidade.

Dentre os indicadores de qualidade do mel, talvez o constituinte mais discutido seja o Hidroximetilfurfural, comumente chamado de HMF. Este composto resulta da quebra de açúcares hexoses, tais como glicose e frutose, em meio ácido. A importância de sua detecção no mel tem crescido, por ser utilizado como indicador de qualidade, já que a quantidade de HMF é aumentada em méis submetidos a altas temperaturas. Sabe-se que para cada 10°C aumentado no tratamento térmico do mel aumenta a velocidade de produção de HMF em cerca de 4,5 vezes; por exemplo, um aumento que leva 100 dias a 30°C leva cerca de 20 dias a 40°C, 4 dias a 50°C, 1 dia a 60°C e somente umas poucas horas a 70°C (CRANE, 1983).

ALCAZAR et al. (2006) coloca que 5-Hidroximethyl-2-furaldeido (HMF) e 2-furaldeido (F) (Figura 1), têm ganhado importância no controle de qualidade, e sua presença pode ser uma indicação de perda de qualidade por superaquecimento, e perda de sabor. Além disso, esses furaldeidos são produzidos na decomposição de monosacarideos, assim eles podem aparecer naturalmente nos produtos usados na preparação de bebidas alcoólicas, cafés, méis e licores de frutas.

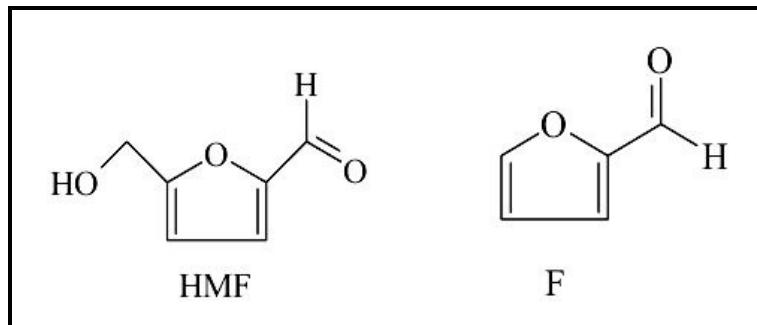


Figura 1. HMF, 5-hidroximetil-2-furaldeido; F, 2-furaldeido

KUSTER (1990) afirma que o HMF é originado de hexoses pela perda de três moléculas de água, catalisado em uma reação em meio ácido. Dentro de uma mistura aquosa o HMF em reações consecutivas levanta duas moléculas de água, rendendo um ácido levulínico e um fórmico (Figura 2). Dentro de sistemas não aquosos a hidrólise do HMF pode ser suprimida.

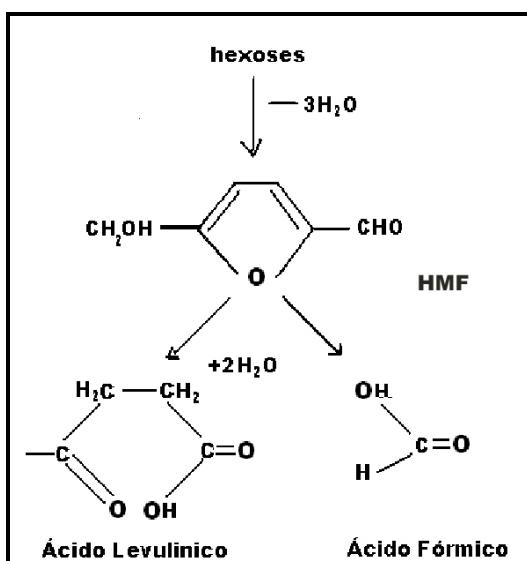


Figura 2. Produção de ácidos catalisados de hexoses desidratadas e reidratadas.

CRANE (1982) coloca que a frutose é o açúcar mais solúvel em água. A 25°C a solução saturada contém 81% de frutose. Quando uma solução de sucrose, glicose ou frutose é aquecida em meio aguoso, o HMF é formado. Frutose é, de qualquer modo, mais sensível do que glicose para a reação de produção de HMF. Pode-

se esperar, portanto, que o que eleva os valores de HMF no processamento é o fato do mel ter um conteúdo mais elevado de frutose do que de outros açúcares.

O regulamento técnico para fixação da identidade e qualidade do mel, IN nº (BRASIL, 2000), estabelece como valores máximos de HMF 60 mg/kg, devendo este valor não exceder a 15 mg/kg em méis com baixo conteúdo enzimático, mínimo de atividade diastásica de três na escala de *Gothe*.

Contudo, as exigências do mercado internacional em relação aos valores de HMF do mel são, para alguns mercados, muito menores do que o estabelecido pela legislação brasileira, o que tem dificultado, em parte, as exportações do Brasil.

A Alemanha, um dos maiores importadores de mel do Brasil, tem exigido valores até seis vezes abaixo do estabelecido pela legislação brasileira. Esse fato tem representado uma constante preocupação por parte dos exportadores, uma vez que, o HMF aumenta rapidamente em méis estocados à temperatura ambiente no Brasil, principalmente nas suas regiões mais quentes como norte e nordeste. A alternativa mais comum citada na literatura para desacelerar o aumento do HMF dos méis é a estocagem a baixas temperaturas. Contudo, na hora de se refrigerar é importante que se conheça o comportamento de cada mel, quando submetido a esta condição, pois, a perda de qualidade é retardada, mas o processo de cristalização pode ser acelerado, havendo neste caso a necessidade de descristalização com tratamento térmico.

CRANE (1975), já afirmava que méis estocados refrigerados apresentam granulação mais rapidamente. Vários materiais estimulam a formação de cristais no mel, cristais puros de hidratos de dextrose são altamente eficazes na cristalização do mel. Méis contendo bolhas de ar, pólen ou outros elementos particulares, cristalizam muito mais rapidamente de que os livres destes materiais. Inúmeros fatores influenciam a granulação, um dos mais importantes talvez seja o fato do mel ser naturalmente uma

solução supersaturada de açúcares granulados. Méis de diferentes origens de plantas diferem extremamente uma das outras quanto à tendência a granulação.

TOSI et al. (2002) coloca que o uso do tratamento térmico propositalmente para eliminação da cristalização ou pasteurização, pode aumentar o conteúdo de HMF.

MOREIRA (2001) indica várias possibilidades para explicar a maior ou menor cristalização ocorrida em diferentes méis. A primeira linha de estudos pondera que méis com teores de frutose elevados e baixos teores de glicose são menos suscetíveis à granulação. Uma segunda linha demonstra que a tendência de granulação poderia ser estimada através da razão glicose/água (G/A), ou da razão G-A/F (G, glicose; F, frutose; A, água), onde razões G/A de 1,70 e inferiores estavam associadas à não granulação do mel, enquanto valores de 2,10 e superiores indicavam uma rápida granulação. Entretanto, um outro estudo sugeriu que existe apenas uma correlação vaga entre a razão G/A ou F/A e a tendência de granulação, sendo que em apenas 40 - 50% das amostras a granulação podia ser prognosticada a partir dessas razões. Finalmente, numa última explicação, foi sugerido, então, que o fator verdadeiramente envolvido com a granulação seria a presença ou ausência de núcleos de cristalização.

Já para, MANIKIS & THRASIVOULOU (2001), a relação D/W ($D =$ glicose, $W =$ água) é o índice mais útil de predição de granulação do mel permitindo 68% de predição para méis estrangeiros e 93% para méis gregos. Esses mesmos autores citando CRANE et al. (1984), classificam os tipos de cristalização em: Cristalização rápida: 1 mês; Cristalização mediana: 1-12 meses; Cristalização lenta > 1 ano e Cristalização escassa > 4-5 anos.

Neste sentido, nos últimos anos vêm sendo realizados vários trabalhos de análises físico-químicas de méis brasileiros, visando a sua tipificação e gerando subsídios para orientar a produção e processamento, a fim de garantir a qualidade deste

produto no mercado. É de fundamental importância a caracterização de méis levando-se em consideração a grande diversidade botânica e variações edafoclimáticas de cada região. Parâmetros físico-químicos são utilizados na caracterização do mel e podem ser também utilizados como ferramenta para a determinação de adulterações no mel comercializado (SODRÉ et al., 2000).

Uma alternativa implantada em alguns entrepostos para retardar o aumento do HMF tem sido a refrigeração, o que representa mais um componente na planilha de custos de produção do mel. Assim, objetivou-se quantificar a perda da qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera L.*) ao longo do tempo em armazéns com e sem refrigeração.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no entreposto de mel da Empresa Floramel Indústria e Comércio LTDA em Teresina-PI.

O entreposto de mel fica situado no pólo industrial sul do município de Teresina que está posicionado a 05° 05' de latitude e 42°495' de longitude e a uma altitude de 72,0 metros, temperatura média anual de 29,4 °C, umidade relativa média anual de 69,0% e precipitação média anual de 1363,2 mm (MEDEIROS, 1999).

Foram utilizadas para essa avaliação amostras colhidas em tambores de 200 litros, no mês de novembro de 2005 provenientes de floradas silvestres do Estado do Piauí e que haviam sido colhidas no mesmo ano, onde dois lotes possuíam em torno de 40 dias, um terceiro com 60 dias e o último com 70 dias de colhido. As amostras foram acondicionadas em potes de vidro de 300ml e estocadas nos dois armazéns, submetidas a análises laboratoriais a cada 16 dias.

Os tratamentos foram:

T01 - Méis estocados em armazém à temperatura ambiente (sem refrigeração);

T02 – Méis estocados em armazém refrigerado (com refrigeração).

No tratamento 01 as amostras foram estocadas no depósito do entreposto, utilizado pela empresa para produto acabado destinado ao mercado interno, cujas dimensões são: 11,90 metros de largura X 11,90 metros de comprimento com 7,40 metros de pé direito (Foto-1).

No tratamento 02 as amostras foram estocadas numa estrutura semelhante à anterior, utilizada para estocagem de matéria-prima, com 9,36 metros de largura, 11,90 metros de comprimento e 7,40 metros de pé direito. Esse depósito tem como diferencial o sistema de refrigeração, que era ligado durante 19 horas diárias, sendo desligado entre as 17h00min e 22h00min horas (Foto-2).



Foto1- Tratamento 1: méis estocados em depósito convencional temperatura ambiente.



Foto 2- Tratamento 2: méis estocados em depósito refrigerado.

Foi realizado o monitoramento das temperaturas diárias, através de termômetros instalados nos dois armazéns. As temperaturas máximas e mínimas foram tomadas às 09h00min horas, utilizando-se termômetro de máxima e mínima, modelo TMM com escala variando de -50 a + 50°C.

As temperaturas médias foram estimadas a partir dos valores das temperaturas máximas e mínimas, utilizando-se a fórmula citada por MEDEIROS (1999):

$$T_{média} = (T_x + T_n) / 2$$

Onde:

$T_{média}$ = Temperatura média

T_x = Temperatura máxima

T_n = Temperatura mínima

O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com dois tratamentos (tipo de armazéns) x sete tempos (de 16 dias) com quatro repetições (lotes). Para a análise de variância as médias dos resultados foram submetidas ao teste de SNK segundo os procedimentos do Statistical Analyses System (SAS, 1986).

A determinação da característica Físico-Química (HMF) foi feita nos méis estocados nos dois armazéns em triplicata a cada 16 dias e seguiram métodos preconizados pela legislação brasileira, que se encontra descritos na IN nº 11 (BRASIL, 2000). Os procedimentos utilizados estão de acordo com a metodologia do Códex Alimentarius Commission (CAC, 1990) e da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998). A determinação dos açucares seguiram o método de cromatografia líquida, e foram realizadas no laboratório da Embrapa Agroindústria de Alimentos no Rio de Janeiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas de armazenamento são fatores preponderantes na preservação da qualidade do mel, sendo o seu controle imprescindível na manutenção de baixos valores para parâmetros importantes na sua comercialização, como HMF e Cor.

3.1. Temperaturas

Como se observa na Tabela 01, referente à temperatura média diária obtida em °C para o período experimental de novembro de 2005 a fevereiro de 2006, houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados.

TABELA 01 – Temperaturas médias mensais (°C) registradas nos dois tipos de armazéns no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006.

TRAT.	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (Dias)						MÉDIA
	16	32	48	64	80	96	
1-Sem refrigeração	30,7 ^{Aa}	28,65 ^{Ab}	27,72 ^{Ad}	26,80 ^{Af}	28,42 ^{Ac}	27,72 ^{Ae}	28,33^A
2-Com refrigeração	22,25 ^{Bbc}	21,13 ^{Bd}	22,01 ^{Bdc}	22,90 ^{Bb}	23,67 ^{Ba}	22,95 ^{Bb}	22,48^B

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas colunas e linhas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade.

As temperaturas médias mensais, para o tratamento dois, apresentaram uma diferença média de menos 5,85°C, em relação ao tratamento um, o que representa uma redução de 20,64% na temperatura ambiente.

As maiores diferenças entre os tratamentos foram registradas nos períodos iniciais que correspondem aos dias mais quentes do ano, uma vez que as médias de temperaturas no tratamento um apresentaram valores mais elevados. Esse fato é confirmado pelos dados do INMET (2006), onde a cidade de Teresina apresenta

temperaturas médias para os meses em questão de: 30,90°C (nov.), 29,10°C (dez.), 28,40°C (jan.) e 27,80°C (fev.).

3.2. HMF

Observou-se para o parâmetro HMF que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste SNK entre os tratamentos testados (Tabela 02).

TABELA 02 – Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos ao longo do tempo em função da condição de armazenamento.

Tempo de Armazenamento (dias)	T1 (Sem refrigeração)		T2 (Com refrigeração)	
	Valor HMF (mg/kg)	Acréscimo no período	Valor HMF (mg/kg)	Acréscimo no período
Zero	10,84	–	10,84	–
16	13,92	3,10 ^{Aa}	12,10	1,26 ^{Ba}
32	16,97	3,03 ^{Aa}	13,17	1,07 ^{Bb}
48	20,22	3,25 ^{Aa}	14,04	0,87 ^{Bbc}
64	23,47	3,25 ^{Aa}	14,90	0,88 ^{Bbc}
80	26,57	3,10 ^{Aa}	15,78	0,86 ^{Bbc}
96	28,96	2,39 ^{Aa}	16,55	0,77 ^{Bc}
Média	20,14^A	3,02^{Aa}	13,91^B	0,95^B

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula nas linhas e colunas, respectivamente, não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

Ao final do período de estocagem, os méis submetidos ao tratamento sem refrigeração apresentou teores médios de HMF 44,78% superiores ao do com refrigeração.

O teor de HMF aumentou 167,16 e 52,67% para os tratamentos sem e com refrigeração, respectivamente.

A velocidade média da reação de formação do HMF, proporcionada pela diferença de 5,85°C nos méis estocados sem refrigeração foi 3,17 vezes maior que os com refrigeração. Esse fato assemelha-se ao citado por CRANE (1983), que encontrou para cada 10°C aumentado no tratamento térmico do mel um aumento na velocidade de produção de HMF em cerca de 4,5 vezes.

O aumento médio diário de HMF em mg/kg de mel foi de 0,188 e 0,059 para os méis estocados sem e com refrigeração, respectivamente. Assim, por exemplo, um mel com um valor hipotético de HMF próximo de zero mg/kg de mel, estocados nas mesmas condições do experimento, levaria para atingir o valor de 10 mg/kg (valor de referencia da Alemanha) cerca de 53,19 e 169,49 dias sem e com refrigeração, respectivamente.

Contudo, se por um lado a refrigeração retarda a formação de HMF, por outro ela acelera a cristalização dos méis, obrigando a empresa a realizar tratamento térmico no processamento dos mesmos. Todos os quatro lotes testados apresentaram processo de cristalização, após poucas semanas sob refrigeração. Para avaliar o resultado da descristalização nos méis que cristalizaram, foi realizado um ensaio, onde 50g de mel foram submetidos ao banho-Maria a cerca de 40°C, levando em média 2 horas para serem totalmente descristalizados. Esse processo acrescentou em média 2,06 mg de HMF/kg aos méis processados, representando 12,40% a mais no conteúdo deste parâmetro, o que representa cerca de 34,91 dias de armazenamento sob refrigeração (Tabela-03).

JEANE (1985) apud KRELL (1996) coloca que o volume de mel a ser descristalizado tem ligação direta com o tempo e a temperatura de descristalização; assim, por exemplo, para descristalizar 20 kg de mel a 40°C levaria 24 horas, 50 kg 48 horas e 80 kg 108 horas. Assim, nas condições do entreposto, normalmente o volume varia de 36-40 tambores, aproximadamente 11 toneladas, o processo de descristalização demora em média 15 horas a 40°C, entre o início do aquecimento e o início da transferência para os homogeneizadores.

Este acréscimo foi demonstrado por WHITE JR. (1992), onde mostrou que o processamento contribui para um aumento no teor de HMF, onde os valores médios

nos tambores de 4,06 mg/kg passaram para 8,46 mg/kg depois de processados. O mesmo encontrou para estas amostras ao longo de um ano de estocagem valores médios de 32,02 mg/kg. Isso representa um aumento de 108,37 % no processamento e de 278,48 % no armazenamento.

TABELA 03 – Acréscimo médio no teor de HMF (mg/kg) em méis, obtidos após descristalização e parâmetros utilizados para caracterização da cristalização.

Lotes	HMF (mg/kg)	Descristalização (horas)	HMF (mg/kg)-Após descristalização	Acréscimo (mg/kg)	Composição			Parâmetros caracterizadores da Cristalização				
					F*	G**	A***	F/G	G/A	(G-A)/F	F/A	(F/G) A
107	13,32	1,0	14,67	1,35	40,18	33,93	17,8	1,18	1,91	0,40	2,25	21,01
110	13,02	1,0	14,07	1,05	40,73	34,92	18,0	1,17	1,92	0,41	2,26	20,99
115	18,26	3,0	21,25	2,99	39,82	35,02	18,0	1,14	1,94	0,41	2,21	20,46
117	21,85	3,0	24,7	2,85	40,52	33,94	18,0	1,19	1,88	0,37	2,25	21,48
Média	16,61	2,0	18,67	2,06	40,31	34,45	17,9	1,17	1,91	0,39	2,24	21,00

* F-Frutose; **G-Glicose; ***A-Água.

Como se observa na Tabela 03, as relações entre Frutose e Glicose situaram-se na faixa de 1,14 a 1,19, o que é colocado por WHITE JR. (1975) apud TOSI (2002), como méis mais susceptíveis à cristalização.

MANIKIS & THRASIVOULOU (2001) colocam a relação entre Glicose e Água como sendo o índice mais útil de predição de granulação do mel, permitindo 68% de predição para méis estrangeiros e 93% para méis gregos. Neste mesmo raciocínio, WHITE et al. (1962) apud TOSI (2002) supõe que a razão glicose/água de 2,1 ou mais como sendo a mais favorável à cristalização dos méis e uma razão de 1,93 favorece uma velocidade média de cristalização o que se aproxima dos resultados demonstrados na Tabela 03.

Desta forma, os méis apresentaram cristalização inicial em torno de um mês de estocagem sob condição de refrigeração, o que segundo CRANE et al. (1984) apud MANIKIS & THRASIVOULOU pode ser classificada como cristalização rápida.

Contudo, segundo MOREIRA (2001), estas várias teses que são utilizadas para predizerem a cristalização ou não dos méis, utilizando as relações entre os constituintes: Frutose, Glicose e Água, não podem assegurar 100% de confirmação no prognóstico, e vários estudos se contrapõem, sendo que, o fator apontado pelo autor como o verdadeiramente envolvido com a granulação seria a presença ou ausência de núcleos de cristalização.

Assim, a refrigeração de méis objetivando retardar a perda de qualidade, principalmente a formação do HMF, tem pontos positivos e negativos, e todos os fatores devem ser considerados, pois os méis que tem uma maior tendência à cristalização terão essa reação acelerada, quando submetidos às baixas temperaturas. Desta forma, estes terão de ser submetidos por um maior tempo de descristalização, acarretando em maior custo operacional, e maior acréscimo no teor de HMF.

Neste contexto, vários fatores devem ser considerados, na hora de se optar pelo processo de refrigeração dos méis: as exigências do mercado importador, a opção de se refrigerar produto acabado ou matéria prima, a rotatividade do produto, a capacidade de estocagem do entreposto, o custo adicional com energia elétrica e mão-de-obra e, principalmente, a tendência ou não à cristalização do produto.

Contudo, o processo de tomada de decisão, está em muitos casos relacionado às exigências do mercado, pois a União Européia, principal mercado importador, pede valores de HMF não superiores a 10 mg/kg no recebimento do produto, enquanto os EUA aceitam até 40mg/kg. Outro aspecto importante a ser considerado é que o mel exportado passa novamente pelo processamento no destino

final, sendo que em muitos casos a cristalização em países de clima temperado é inevitável.

4. CONCLUSÕES

A refrigeração foi efetiva na redução da velocidade de formação do HMF em relação ao depósito mantido à temperatura ambiente.

A refrigeração do depósito de armazenamento acelera o processo de cristalização do mel, devendo, por isso, ser aconselhado sua utilização apenas para méis já processados e aptos à exportação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th. Supl 2. Ed. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11**. Diário Oficial da União, seção 1, p.16-17, 23/10/2000.

CAC. Codex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis**. Vol. 3, Supl. 2, ed. 1990.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983. 226p.

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

CRANE, E. **Learning About honey through fructose**. international bee research association hill house, Bee world, v.63(4): 174-177, 1982.

INMET. Dados meteorológicos – Teresina. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura – **Agritempo** - Embrapa Informática Agropecuária. Capturado em 23/02/06. Online. Disponível em <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>.

KUSTER, E. B. F.M. 5-hydroximetilfurfural (HMF). A Review Focussing on its manufacture. **Starch – Stärke**. V. 42, Issue 8.. p 314-321, 1990.

MANIKIS, I. & THRASIVOULOU, A. La relación entre las características físicooquímicos de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. **Apiacta**, 2001, 36(2), p106-112.

MEDEIROS, R. M de. **Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí**. Teresina: Departamento de Hidrometeorologia, 1999. 114p.

MOREIRA, R., F., A. Glicídios no Mel, **Quim. Nova**, Vol. 24, Nº. 4, 516-525, 2001.

R. KRELL. **Value-added products from beekeeping**. FAO agricultural services Bulletin Nº 124, 1996, Rome, Italy.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. & ALVES, R.M. de. Hidroximetilfurfural e o número de diastase de amostras de méis de *Apis mellifera* provenientes da região litoral norte do estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis (SC). **Anais...** 2000 D.017, CD-RON.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) 1986. **System for linear models**. SAS Institute. 211p.

TOSI, E.; CIAPPINI, M. E.; LUCERO, H. Honey Thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. **Food Chemistry** 77 (2002) 71–74.

WHITE JR, J. W. Quality evaluation of honey: role of and diastase assays. **Am. Bee Journal**. Hamilton, 1992 v. 132, n. 12 p. 737-742.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível reduzir a velocidade de deterioração do mel através da utilização de armazém construído com bloco CCA, apontando discreta eficiência deste na manutenção das condições de temperatura ambiente, mais adequada à preservação da qualidade do mel.

A refrigeração apresenta-se como uma alternativa eficiente na redução da velocidade de formação do HMF, contudo, acelera o processo de cristalização do mel, devendo, por isso, ser aconselhada sua utilização apenas para méis já processados e aptos à exportação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado no município de Pirassununga, estado de São Paulo.** 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciência, Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ALCAZAR, A., JURADO, J. M., PABLOS, F., GONZALES, G. A., MARTIN, M. J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages **Microchemical Journal** 82 (2006) 22 – 28.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15th. Supl 2. Ed. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11.** Diário Oficial da União, seção 1, p.16-17, 23/10/2000.
- CAC. Codex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis.** Vol. 3, Supl. 2, ed. 1990.
- CAMARGO, J.M.F. de. Manual de apicultura. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1972. 252p.
- CARNEIRO, J.G.M. e; SOUZA, D.C.; MURATORI, M.C.S.; MOURA, S.G.; MELO, R.S.; SILVA, E.P. da; RÉGO, J.G.S. Características Físico-Químicas de 132 Amostras de Mel de Abelhas de microrregião de Simplício Mendes-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14, 2002, Campo Grande (MS), **Anais...** 2002. p.76.
- CERÂMICA FORTE. **O Bloco de concreto celular.** Capturado em 02 fev. 2006. Online. Disponível na Internet <http://www.ceramicafortes.com.br/sical/det.htm>.
- CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do mel.** Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1983.
- CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey.** London: Heinemann, 1975. 608p.
- DURÁN, J.E.T.; LAURINO, M.C.; ISSA, M.R.C.; TOLEDO, V. de A.A. de; BASTOS, E. e SOARES, A.E.E. Méis brasileiros: Resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, 1988, Salvador (BA), **Anais...** 1998. p.404-5.
- HAYRULLAH, I. k. Composition of honeys collected from eastern and south-eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity, **Turk J Agric For**, 25 (2001) 347-349.

HUCHET, E.; COUSTEL, J. e G. LAURENT. **Les constituents chimiques du miel.** Capturado em 07 de jul.2003. Oline disponível na internet http://apiservices.com/articles/chimie_miel.htm.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal** – 2004. disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=499, acesso em 27 mar. 2006.

INMET. Dados meteorológicos –Teresina. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura- **Agritempo-** Embrapa Informática Agropecuária. Capturado em 23/02/06. Online. Disponível em <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>.

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

KUSTER, E. B. F.M. 5-hydroximetilfurfural (HMF). A Review Focussing on its manufacture. **Starch – Stärke**. V. 42, Issue 8.. p 314-321, 1990.

MANIKIS, I. &. THRASIVOULOU, A. La relación entre las características físicooquímicos de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. **Apiacta**, 2001, 36(2), 106-112.

MARCHINI, L. C., SODRÉ, G. S., MORETI, A. C. C. C. **Mel Brasileiro: Composição e Normas.** Ribeirão Preto: 2004. 111 p.

MEDEIROS, R. M de. **Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí.** Teresina: Departamento de Hidrometeorologia, 1999. 114p.

MELO, Z. F. N., Duarte, M. E. M., Mata, M. E. R. M. C. Estudo das Alterações do Hidroximetilfurfural e da Atividade Diastásica em Méis de Abelha em Diferentes Condições de Armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.89-99, 2003.

MONTENEGRO. S. B.; BIANCHI, E. y AVALLONE, C.M. **Caracterizacion de mieles del parque Chaqueño:** Determinación de Hidroximetilfurfural, plomo y antibióticos. Disponivel em: www.beekeeping.com/articulos/mieles_parque_chaqueño.htm, acesso em: 25/07/05.

MOREIRA, R., F., A. Glicídios no Mel, **Quim. Nova**, Vol. 24, No. 4, 516-525, 2001.

MOURA, S.G. de; CARNEIRO, J.G. de M. e; SOUZA, D.C. Variação das características físico-químicas de méis em função do tempo de armazenamento nas condições de Teresina-PI. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI, 11, 2002, Teresina (PI), **Resumos...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2002, p.4.

MOURA, S.G. de; CARNEIRO, J.G. de M. e; SOUZA, D.C. Variação das características físico-químicas de mel de abelha ao longo do processamento industrial e durante o armazenamento nas condições de Teresina (PI). In: SEMINÁRIO DE

INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI, 12, 2004, Teresina (PI) **Resumos...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2004. p.13.

PICHELER, F. J., VORWOHL, G. und GIERSCHNER, K. Faktoren, die die bildung von hydroxymethylfurfural im honig beeinflussen. **Apidologie**, 1984, 15 (2) 171-188.

KRELL R.. **Value-added products from beekeeping.** FAO agricultural services Bulletin, Rome, Italy Nº 124, 1996,.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: **Informações de Mercado Sobre Mel e Derivados da Colméia:** Relatório Completo. Série Mercado, 2005, Brasilia, 243 p. Capturado em 24/08/06. Online. Disponível em <http://www.sebrae.com.br>.

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

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. & ALVES, R.M. de. Hidroximetilfurfural e o número de diastase de amostras de méis de *Apis mellifera* provenientes da região litoral norte do estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis (SC). **Anais...** 2000 D.017, CD-RON.

SOMMER, P.G.O. Desenvolvimento da apicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, 1998, Salvador(BA). **Anais...** 1998. p.173.

SOUZA, D.C.; SILVEIRA, A. da. Mel de boa qualidade exige cuidados. Belo Horizonte: Empresa Brasileira de Pesquisa de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, 149, 1987, p.39.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS) 1986. **System for linear models.** SAS Institute. 211 p.

TOSI, E.; CIAPPINI, M. E.; LUCERO, H. **Honey Thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content.** Food Chemistry 77 (2002) 71–74.

VELOSO FILHO, F.A.; SOUZA, D.C.; AQUINO, C.M.S. de; MOURA, S.G. de. **Estudo dos arranjos produtivos locais da apicultura no Estado do Piauí** (Picos e Teresina). Teresina: UFPI e REDESIST/IE/UFRJ. 2004, Relatório eletrônico. Capturado em 30/09/2004. Online. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/redesist>.

USAID. **Análise da Indústria do Mel: Os principais desafios para as pequenas empresas brasileiras exportadoras.**- DAI/ BRASIL, Vol. 2, 2006. 42 p.

VILELA, S.L. de O. & ALCOFORADO FILHO, F. G.. **Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 121p.

VILHENA, F.; MURADIAN, L.B. de. **Manual de análises físico-químicas de mel.** São Paulo: APACAME, 1999. p.7.

WHITE JR, J. W. Quality evaluation of honey: role of and diastase assays. **Am. Bee Journal.**, Hamilton, 1992 v. 132, n. 12 p. 737-742.