

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MEL PRODUZIDO EM LIMOEIRO DO NORTE DURANTE O ARMAZENAMENTO¹

KELLY DE FÁTIMA NOGUEIRA LIMA SILVA², ALEXANDRE JOSÉ DE MELO QUEIROZ³, ROSSANA MARIA FEITOSA DE FIGUEIREDO^{3*}, CHARLES TELES SANTOS SILVA³, KARLA DOS SANTOS MELO³

RESUMO - Amostras de mel coletadas no município de Limoeiro do Norte, estado do Ceará, foram armazenadas durante 180 dias em dois tipos de embalagem, plástica e metálica, e suas características foram acompanhadas ao longo do armazenamento por meio dos teores de umidade, hidroximetilfurfural (HMF), açúcares redutores, sacarose aparente, cinzas, acidez livre, sólidos insolúveis em água, atividade diastásica, pH e °Brix. A umidade e a acidez livre foram determinadas pela metodologia recomendada pela AOAC. O HMF, os açúcares redutores e a sacarose aparente foram determinados segundo as metodologias do LANARA. As cinzas, sólidos insolúveis em água e atividade diastásica foram determinadas de acordo com o CAC. Os dados experimentais foram avaliados por meio de análise fatorial 2 x 7 (duas embalagens e sete tempos de armazenamento - 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias). As variáveis físico-químicas do mel se mantiveram durante o armazenamento dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, com exceção do HMF, que aos 180 dias de armazenamento apresentou valores superiores aos permitidos pela legislação brasileira nos dois tipos de embalagem. O recipiente plástico proporcionou uma melhor conservação do mel quanto ao teor de HMF.

Palavras-chave: *Apis mellifera*. Vida de prateleira. Embalagens.

PHYSIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HONEY PRODUCED IN LEMON TREE OF THE NORTH DURING THE STORAGE

ABSTRACT - Honey samples produced in Limoeiro do Norte, state of Ceará, were stored during 180 days in two types of container, plastic and metallic, and its characteristics were monitored during the storage period by means of moisture content, HMF, reducers sugars, apparent sucrose, ash, free acidity, insoluble solids in water, diastatic activity, pH and °Brix. Moisture and free acidity have been determined matching the methodology recommended by AOAC. HMF, reducers sugars and apparent sucrose have been determined by LANARA methodology. Ash, insoluble solids in water have been determined according to CAC. The experimental data were appraised through factorial analysis 2 x 7 (two packings and seven times of storage 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days). The analyses of the stored samples lead to the conclusion that the physical-chemical variables have matched the standards established by the effective legislation, except for HMF, which after 180 days of storage revealed values superior to those demanded by the brazilian legislation for both types of containers. The plastic container provided a better conservation of the honey as for the HMF content.

Keywords: *Apis mellifera*. Shelf life. Packing.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 07/11/2008; aceito em 03/09/2009.

²CENTEC, rua Estêvam Remígio, 1146, Centro, 62930-000, Limoeiro do Norte-CE

³UFCEG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, 58.429-140, Campina Grande-PB; rossana@deag.ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

Entende-se por mel, o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das mesmas de onde as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos favos da colméia (BRASIL, 2000). É composto principalmente de glicose (80%) e água (17%), além de outras substâncias (3%). O mel é um alimento complexo do ponto de vista biológico e analítico, pois sua composição varia muito em função de sua origem floral, geográfica e de safra para safra, envolvendo condições climáticas (BASTOS, 1995).

O Brasil possui potencial para a obtenção de grandes quantidades de produtos apícolas devido às condições climáticas favoráveis na maior parte do território. Mas, o potencial apícola brasileiro, ao contrário das grandes regiões produtoras do mundo, ainda é subaproveitado, levando-se em consideração sua diversidade de flora e clima.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005), a produção brasileira de mel foi de aproximadamente 34 mil toneladas em 2005, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor de mel do Brasil, com 7.427,9 ton ano⁻¹. A região Sul é a que mais se destaca nesta área, com 15.815,5 ton, seguida da região Nordeste com 10.910,9 ton; região Sudeste com 5.272,3 ton; região Centro-Oeste com 1.097,4 ton e região Norte com 653,4 ton.

De acordo com Alcoforado Filho e Gonçalves (2000), a diversidade de floradas do sertão nordestino favorece a produção de méis com características diferentes quanto à sua cor e composição. O Estado do Ceará produziu 2.311.626 kg do produto em 2005, apresentando uma queda de aproximadamente 21,19% com relação a 2004, quando o Estado produziu 2.933.133 kg. O município de Limoeiro do Norte respondeu com 280.000 kg, proporcionando uma redução de 50% com relação a 2004, quando produziu 560.000 kg (IBGE, 2005).

As características dos méis dependem de sua origem, sendo influenciadas pelas condições climáticas e pela matéria-prima utilizada pelas abelhas. Essa dependência se reflete na cor, no sabor, no odor, na viscosidade e nas características físico-químicas dos méis, cuja diversidade é tão ampla quanto às condições em que o mesmo é elaborado. Assim sendo, a caracterização de méis produzidos em determinadas condições locais definem a sua qualidade no mercado, estabelecendo as características peculiares inerentes à sua origem, possibilitando sua padronização, como também fornecendo informações para garantir o controle de qualidade do produto, indicando eventuais alterações.

Cuidados especiais devem ser tomados em relação ao armazenamento, tanto do mel a granel,

geralmente acondicionado em baldes plásticos e tambores, como do fracionado (embalagens para o consumo final), em relação à higiene do ambiente e ao controle da temperatura. Altas temperaturas durante todo o processamento e estocagem são prejudiciais à qualidade do produto final, uma vez que o efeito nocivo causado ao mel é acumulativo e irreversível. Essas embalagens devem ser colocadas sobre estrados de madeira ou outro material, impedindo o contato direto com o piso e facilitando seu deslocamento no caso da utilização de empilhadeiras (PEREIRA et al., 2003).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar se há alteração físico-química no mel, coletado no município de Limoeiro do Norte-CE, ao longo do armazenamento por 180 dias em dois tipos de embalagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Os méis utilizados no trabalho foram produzidos por *Apis mellifera* L., com predominância de pólen da florada de vassourinha de botão (*Cephalanthus scoparius*), a partir de coletas realizadas no município de Limoeiro do Norte, no Ceará. Depois de coletados, os méis foram processados seguindo as etapas de desoperulação dos quadros, centrifugação, filtragem e decantação.

As amostras foram acondicionadas em dois tipos de embalagens a granel: recipiente plástico, do tipo balde e recipiente metálico, do tipo lata, com 25 kg cada. Em seguida, os recipientes foram armazenados durante seis meses à temperatura ambiente (média de 30 °C). Mensalmente foram coletados os méis dos dois tipos de embalagem para as análises físico-químicas realizadas em triplicata.

Para a retirada das amostras para as análises as embalagens eram abertas rapidamente e retiradas alíquotas de mel, em três profundidades: superfície, altura média e fundo das embalagens. As amostras assim coletadas eram homogeneizadas e colocadas em recipientes de vidro e conduzidas ao laboratório para realização das análises físico-químicas. Os açúcares redutores, a sacarose aparente e o hidroximetilfurfural (HMF) foram determinados de acordo com as metodologias do Lanara (1981). A umidade e a acidez livre foram determinadas de acordo com as metodologias da AOAC (1997). O teor de sólidos insolúveis em água, a atividade diastásica e as cinzas foram determinados de acordo com os métodos da CAC (1990). O °Brix e o pH foram determinados por leitura direta da amostra em refratômetro e peagômetro, respectivamente.

A análise estatística do mel durante o armazenamento foi realizada em esquema fatorial 2 x 7 (fatores: embalagens e tempo). O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade foi utilizado na comparação entre os tipos de embalagens. O procedimento de comparação entre médias foi realizado utilizando

o programa ASSISTAT versão 7.5 (SILVA; AZEVEDO, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual médio geral da umidade para as duas embalagens durante os 180 dias de armazenamento foi de 18,67% (Tabela 1) para um intervalo de variação de 18,40% a 19,12%, estando dentro dos

padrões de qualidade da legislação brasileira (BRASIL, 2000) que admite uma umidade máxima de 20%. Os resultados obtidos estão dentro da faixa determinada por Araújo et al. (2006) em méis comercializados na cidade de Crato, CE, nos quais registraram valores variando de 17% a 21% de umidade. Já Arruda et al. (2005) analisando méis produzidos por *Apis mellifera* coletados por apicultores na Chapada do Araripe, no Estado do Ceará, verificaram um valor médio inferior de $15,74 \pm 0,23\%$ de umidade.

Tabela 1. Valores médios de umidade (%) para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem e tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	18,60 aBC	18,56 aBCD	19,12 aA	18,60 aBC	18,73 aB	18,48 aCD	18,40 bD
Lata	18,60 aCD	18,56 aCD	19,08 aA	18,64 aBCD	18,74 aBC	18,48 aD	18,80 aB

DMS p/ colunas = 0,12; DMS p/ linhas = 0,19; MG = 18,67%; CV = 0,52%. DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de umidade do mel durante o período de armazenamento, nas duas embalagens, apresentou oscilações significativas dos seus valores com o tempo, entretanto baseado no baixo coeficiente de variação pode-se afirmar que a tendência geral da umidade foi de estabilidade com o tempo, devendo-se estas diferenças entre os valores médios às variações naturais existentes entre as amostras, ocorrida em razão da troca de umidade com o ambiente durante o processo de embalagem das amostras ou durante a manipulação na abertura das embalagens para retirada das amostras para análise durante o armazenamento. Cavia et al. (2002) também verificaram estabilidade da umidade de amostras de méis armazenadas em garrafas durante um ano.

Analisando-se cada período de tempo isoladamente, constata-se que até os 150 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre as médias da umidade entre as duas embalagens, existindo apenas aos 180 dias uma umidade estatisticamente maior na embalagem metálica em relação à embalagem plástica. Azeredo et al. (1999) ao armazenarem méis em frasco de vidro e em embalagem de polipropileno a temperatura ambiente e luminosidade ambiente no município de São Fidelis, RJ, não verificaram alterações entre os valores da umidade do início até 180 dias de armazenamento entre estas embalagens.

O mel é um produto higroscópico, isto é, pode absorver água ou perder água. Como durante todo o período de armazenamento o mel não apresentou valores de umidade superiores a 20%, isto pode ser um indicativo de que não estava em processo de fermentação.

A média geral dos açúcares redutores do mel durante o armazenamento foi de 69,20% (Tabela 2) para um intervalo de variação de 68,14% a 70,44%. De acordo com a legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2000) o valor mínimo para os açúcares redutores é de 65%, estando os valores médios, portanto, dentro do padrão estabelecido pelo regulamento do início ao final do armazenamento. Os valores também se incluem na faixa observada por Marchini et al. (2005) que, estudando amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* no Estado de São Paulo, observaram uma variação de 53,2 a 80% de açúcares redutores para méis silvestres e de 67,7 a 77,1% para méis de eucalipto.

A média geral dos açúcares redutores do mel durante o armazenamento foi de 69,20% (Tabela 2) para um intervalo de variação de 68,14% a 70,44%. De acordo com a legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2000) o valor mínimo para os açúcares redutores é de 65%, estando os valores médios, portanto, dentro do padrão estabelecido pelo regulamento do início ao final do armazenamento. Os valores também se incluem na faixa observada por Marchini et al. (2005) que, estudando amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* no Estado de São Paulo, observaram uma variação de 53,2 a 80% de açúcares redutores para méis silvestres e de 67,7 a 77,1% para méis de eucalipto.

Tabela 2. Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) para méis de florada de vassourinha-de-botão. Interação embalagem e tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	68,14 aF	68,61 aE	68,64 aE	69,36 aD	69,79 aC	69,98 aB	70,44 aA
Lata	68,15 aE	68,60 aD	68,64 aD	69,08 bC	69,51 bB	69,51 bB	70,44 aA

DMS para colunas = 0,11; DMS para linhas = 0,17; MG = 69,20% glicose; CV = 0,13%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observando-se os valores dos açúcares reductores entre as embalagens verificam-se diferenças significativas entre as médias apenas nos tempos de 90, 120 e 150 dias, com os maiores valores correspondentes a embalagem plástica.

Constata-se, nas duas embalagens, que houve aumento nos açúcares reductores do mel com o tempo de armazenamento. Este comportamento também foi constatado por Cavia et al. (2002) ao armazenarem méis em garrafas durante um ano, tendo verificado um aumento de 2,58% no teor de glicose no final do armazenamento. Entre o início e o fim do armazenamento o aumento nos açúcares reductores do mel avaliado atingiu percentuais, semelhantes, de 3,26% e de 3,25% para o mel acondicionado em recipiente plástico e em recipiente metálico, respecti-

vamente. Este aumento se deve, provavelmente, a transformação da sacarose em glicose provocada pela atividade enzimática da enzima invertase, já que a inativação desta enzima se dá pelo aquecimento do mel o que não aconteceu no caso em estudo.

A média geral da sacarose aparente do mel durante o armazenamento foi de 2,57% (Tabela 3) para um intervalo de variação de 1,36 a 3,54%. Durante todo o período de armazenamento constata-se que a sacarose aparente das amostras analisadas encontra-se dentro dos padrões de qualidade, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000), onde se estabelece que o percentual máximo de sacarose aparente permitido é de 6% para méis de flores.

Tabela 3. Valores médios de sacarose aparente (%) para méis de florada de vassourinha-de-botão. Interação embalagem e tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	3,54 aA	3,13 aB	3,08 aC	2,68 aD	2,27 aE	1,81 bF	1,36 aG
Lata	3,54 aA	3,12 aB	3,08 aC	2,66 bD	2,24 bE	2,24 aE	1,36 aF

DMS p/ colunas = 0,0156; DMS p/ linhas = 0,0239; MG = 2,57%; CV = 0,48%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores no tempo inicial da sacarose aparente são superiores aos reportados por Silva et al. (2004), que encontraram valores de sacarose aparente variando entre 1,57 e 3,07% em méis oriundos do Estado do Piauí de diferentes floradas, e por Marchini et al. (2003), que analisando méis produzidos a partir da florada de *Eucalyptus camaldulensi* e *E. citriodora* encontraram valores médios de 3,0 e 3,3% de sacarose aparente, respectivamente. O tempo de armazenamento influenciou significativamente a sacarose aparente do mel, que foi reduzido em ambas às embalagens. Este comportamento foi inverso ao dos açúcares reductores. Durante o armazenamento houve uma transformação da sacarose em glicose provavelmente pela atividade enzimática contribuindo para o aumento dos açúcares reductores e conse-

quente diminuição da sacarose. Essa inversão de sacarose em glicose e frutose produz uma solução mais concentrada de açúcares, aumentando a resistência desse material à deterioração por fermentação (PEREIRA et al., 2003).

Comparando-se os valores da sacarose aparente entre as embalagens, verifica-se que apenas nos tempos 90, 120 e 150 dias houve diferenças significativas entre as médias da sacarose aparente. Diante destes dados tem-se que de maneira geral o tipo de embalagem para armazenar o mel não afetou o comportamento do teor de sacarose aparente.

A média geral do HMF do mel durante o armazenamento foi de 31,28 (mg HMF) kg⁻¹ (Tabela 4) para uma variação de 5,28 a 72,21 (mg HMF) kg⁻¹.

Tabela 4. Valores médios de hidroximetilfurfural (mg HMF) kg⁻¹ para méis de florada de vassourinha-de-botão. Interação embalagem e tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	5,40 aG	8,02 aF	10,37 bE	21,66 bD	41,70 bC	57,38 bB	68,35 bA
Lata	5,28 aG	8,55 aF	11,44 aE	23,61 aD	43,80 aC	60,23 aB	72,21 aA

DMS p/ colunas = 0,97; DMS p/ linhas = 1,48; MG = 31,28 (mg HMF) kg⁻¹; CV = 2,45%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados no tempo zero para HMF estão dentro da faixa obtida por Anacleto e Marchini (2004) que estudando méis poliflorais do cerrado paulista, encontraram uma variação de 0,0 a 11,45 (mg HMF) kg⁻¹, e por Arruda et al. (2005) que pesquisando méis cearenses da Chapada do Araripe, indicaram uma variação entre 1,5 e 8,08 (mg HMF) kg⁻¹.

O HMF nas amostras armazenadas foi influenciado pelo tempo, aumentando nas duas embalagens. O tempo de armazenamento influenciou o HMF com diferente intensidade nos períodos de 60, 90, 120, 150 e 180 dias conforme o tipo de embalagem, com os níveis na embalagem metálica sempre superior. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece um máximo de 60 mg/kg para o HMF; sendo assim, o mel na embalagem metálica manteve o padrão até 120 dias e o mel na embalagem plástica (balde) foi preservado até 150 dias. Aos 180 dias as amostras de ambas as embalagens estavam fora do padrão de qualidade, provavelmente em razão da alta temperatura do ambiente de armazenamento, estando de acordo com Vilhena e Almeida-Muradian (1999)

ao relatarmos que o mel contém pequena quantidade de HMF, mas com o armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta este teor se eleva. A perda da qualidade do mel, com relação ao HMF, foi mais rápida na embalagem metálica provavelmente em razão desta embalagem transferir calor do ambiente para o mel a uma taxa maior do que a embalagem plástica. O HMF é um parâmetro de avaliação da qualidade do mel, indicativo do processo de deterioração, se o HMF aumenta com o tempo de armazenamento isto significa que o mel está se deteriorando. Durante a estocagem do mel em temperaturas altas ocorre o desdobramento da frutose do mel em 1 molécula de hidroximetilfurfural e 3 moléculas de água, podendo ser criada uma camada superficial líquida e escurecida inutilizando o mel para o consumo.

A média geral das cinzas do mel durante o armazenamento foi de 0,140% (Tabela 5) para um intervalo de variação de 0,1261 a 0,1559%. Estes valores são inferiores aos determinados por Rodrigues et al. (2005) ao pesquisarem méis de duas regiões Paraibanas, Cariri e Brejo, os quais registraram valores médios de 0,17% e 0,20%, respectivamente.

Tabela 5. Valores médios de cinzas (%) para méis de florada de vassourinha-de-botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	0,1408 aA	0,1450 aA	0,1457 aA	0,1440 aA	0,1261 bA	0,1438 aA	0,1265aA
Lata	0,1497 a-AB	0,1409 aAB	0,1531 aA	0,1279 bB	0,1559 aA	0,1360 aAB	0,1345aAB

DMS p/ colunas = 0,0153; DMS p/ linhas = 0,0234 MG = 0,140%; CV = 8,59%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios de pH para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	3,60	3,50	3,50	3,44	3,60	3,60	3,60
Lata	3,60	3,56	3,50	3,46	3,64	3,64	3,60

Não houve interação significativa.

Arruda et al. (2005), pesquisando méis cearenses da Chapada do Araripe, registraram um valor médio de cinzas de 0,185%, com uma variação de 0,127 a 0,243%. Durante todo o período de armazenamento, as amostras analisadas encontraram-se dentro dos padrões de qualidade para mel estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000), onde se estabelece que o percentual de cinzas máximo é de 0,6% para méis de origem floral. Portanto o

teor de minerais do mel em estudo encontrava-se dentro do padrão de pureza determinado pela legislação. De maneira geral, o tempo de armazenamento não influenciou o teor de cinzas ao longo do período avaliado, nos dois tipos de embalagens utilizadas, acompanhando os resultados determinados para a umidade. Da mesma forma também não se constata influência do tipo de embalagem neste parâmetro.

Apresentam-se, na Tabela 6, os valores médios do pH do mel durante o armazenamento. O teste de Tukey não foi aplicado para aos dados do pH, em razão da não significância do teste F da análise de variância para a interação embalagem x tempo. Desta forma tem-se que o pH não foi afetado pelo tipo de embalagem nem pelo tempo de armazenamento

A média geral do pH foi de 3,56 para um intervalo de variação de 3,45 a 3,62. Estes resultados estão dentro da faixa de valores obtidos por Araújo

et al. (2006), ao analisarem méis comercializados na cidade de Crato, Ce, que variaram entre 3,45 a 3,70 unidades de pH. Já Sodré et al. (2003) avaliando méis da região do litoral norte no estado da Bahia obtiveram uma média superior de 3,77.

A média geral da acidez livre do mel durante o armazenamento foi de 42,84 meq kg⁻¹ (Tabela 7) para uma variação de 41,04 a 44,40 meq kg⁻¹, valores inferiores ao limite estabelecido na norma brasileira (BRASIL, 2000), que é de no máximo 50 meq kg⁻¹.

Tabela 7. Valores médios de acidez livre (meq kg⁻¹) para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	43,89 aA	43,63 aA	43,70 bA	42,05 aC	41,05 aD	42,13 aC	42,97 bB
Lata	43,83 aAB	43,44 aB	44,40 aA	41,78 aC	41,04 aD	42,36 aC	43,50 aB

DMS p/ colunas = 0,38; DMS p/ linhas = 0,58; MG = 42,84 meq kg⁻¹; CV = 0,71%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 8. Valores médios de °Brix para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	79,00 aA	78,90 aA	78,55 aB	79,00 aA	79,00 aA	79,00 aA	79,00 aA
Lata	79,00 aA	78,90 aA	78,50 aB	78,90 aA	79,00 aA	79,00 aA	78,50 bB

DMS p/ colunas = 0,14; DMS p/ linhas = 0,21; MG = 78,87 °Brix; CV = 0,14%.

DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral e CV: Coeficiente de variação

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os resultados obtidos para a acidez livre são superiores a média encontrada por Sodré et al. (2003), em méis provenientes da região do litoral norte no estado da Bahia que foi de 29,10 meq kg⁻¹, e dentro da faixa determinada por Araújo et al. (2006) para méis comercializados na cidade de Crato, Ce, que foi de 21,57 meq kg⁻¹ a 59,60 meq kg⁻¹.

Durante o armazenamento observa-se na embalagem balde que não houve alteração da acidez livre durante os primeiros 60 dias de armazenamento, a partir deste tempo os valores da acidez são inferiores. Na embalagem lata nos tempos 30, 90, 120, 150 e 180 dias os valores da acidez livre são estatisticamente inferiores ao tempo zero. Como a acidez é um dos parâmetros de avaliação do estado de maturação e da deterioração do mel e sabe-se que quando o mel começa a fermentar a acidez tende a aumentar, diante disto tem-se que o mel durante o período de armazenamento não demonstrou indícios de deterio-

ração em relação a este parâmetro.

A média geral do °Brix do mel durante o armazenamento foi de 78,87 °Brix (Tabela 8) para um intervalo de variação de 78,52 a 79,00 °Brix.

Os valores obtidos para o °Brix estão próximos aos obtidos por Silva et al. (2004) que, estudando méis coletados no Piauí de diferentes floradas, obtiveram um valor médio de 78,70 °Brix, variando de 76,07 a 80,80 °Brix.

Analisando-se os valores médios entre as embalagens, constata-se que não existe diferença significativa entre as médias do °Brix até os 150 dias de armazenamento, apresentando aos 180 dias na amostra acondicionada em embalagem metálica um valor estatisticamente inferior ao da embalagem plástica.

Em relação à influência do tempo de armazenamento sobre o °Brix verifica-se na embalagem plástica que de maneira geral este teor se manteve

inalterado durante o período de armazenamento, apresentando um valor estatisticamente inferior aos demais no tempo de 60 dias, o qual não pode ser interpretado como tendência por se tratar de um ponto isolado. Na embalagem metálica, apesar de existir dois valores (aos 60 e 180 dias) estatisticamente diferentes dos demais, pode-se ainda ser considerado que a tendência do °Brix com o tempo de armazenamento foi de estabilidade, devendo-se estas pequenas diferenças (CV = 0,14%) aos erros experimentais ou as diferenças encontradas nas amostras durante o acondicionamento ou mesmo em razão da higroscopicidade do mel.

Na Tabela 9 se encontram os resultados médios dos sólidos insolúveis em água do mel duran-

te 180 dias de armazenamento. Da mesma forma que o pH não houve significância pelo teste F para a interação embalagem X tempo de armazenamento. Conseqüentemente, durante todo o período de armazenamento em cada embalagem e entre as embalagens o teor de sólidos insolúveis manteve-se sem variações significativas e dentro do padrão de qualidade estabelecido em legislação brasileira (BRASIL, 2000), a qual determina um teor máximo de 0,1% para os sólidos insolúveis em água para o mel de flores. Este parâmetro está relacionado com o teor de sujidades oriundos do campo presentes no mel, o qual através dos processos de centrifugação, filtragem e decantação ficou dentro do padrão de qualidade e de pureza.

Tabela 9. Valores médios de sólidos insolúveis em água (%) para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	0,0877	0,0873	0,0878	0,0868	0,0878	0,0883	0,0885
Lata	0,0884	0,0872	0,0876	0,0864	0,0875	0,0880	0,0883

Não houve significância a 5% de probabilidade na interação entre os dois fatores.

A média geral dos sólidos insolúveis em água foi de 0,088%, valor próximo ao encontrado por Rodrigues et al. (2005) em méis de duas regiões da Paraíba (Cariri e Brejo) que foi de 0,1% para ambas as regiões e ao determinado por Silva et al. (2004), em méis coletados no Piauí de diferentes

floradas que obtiveram uma média de 0,08%, com valores variando de 0,06 a 0,09%.

Têm-se, na Tabela 10, os valores médios de atividade diastásica (DN) do mel durante o armazenamento.

Tabela 10. Valores médios de atividade diastásica (DN) para méis de florada de vassourinha de botão. Interação embalagem X tempo de armazenamento.

Embalagem	Tempo (dia)						
	0	30	60	90	120	150	180
Balde	21,74	31,70	28,85	29,00	27,19	30,80	31,39
Lata	25,10	32,55	28,58	29,47	28,33	31,04	31,08

Não houve interação significativa.

O teste de Tukey de comparação de médias não foi aplicado para os dados da atividade diastásica, uma vez que o teste F da análise de variância para a interação embalagem x tempo de armazenamento não foi significativo. Desta forma, tem-se que estatisticamente não houve alteração da atividade diastásica com o tempo de armazenamento, nem existe diferenças significativas entre as médias da atividade diastásica entre as embalagens com relação a cada tempo de armazenamento.

A média geral da atividade diastásica foi de 29,06 DN para um intervalo de variação de 21,74 a 32,55 DN, estando as amostras durante todo o armazenamento dentro do padrão da legislação brasileira

(BRASIL, 2000) que estabelece um valor mínimo de atividade diastásica de 8 DN, tratando-se de mel de boa qualidade. Estes resultados são superiores aos obtidos por outros autores, como Azeredo et al. (1999) que ao armazenarem méis, coletados no município de São Fidelis-RJ, encontraram valores da atividade diastásica variando de 17,54 DN (tempo zero) a 12,60 DN (180 dias) para amostras acondicionadas em embalagem de vidro e de 18,00 DN (tempo zero) a 14,20 DN (180 dias) para as amostras acondicionadas em embalagem de polipropileno, ambas armazenadas sob temperatura e luz ambiente. Silva et al. (2004), analisando méis piauienses de diferentes floradas, relataram um valor médio da

atividade diastásica de 15,9 DN para um intervalo de 10,08 a 20,83 DN.

A atividade diastásica é um dos parâmetros mais importantes do mel, um baixo índice de diastase é uma indicação de superaquecimento do mel ou de adulteração, de modo que este aquecimento pode ocasionar a degradação de componentes químicos importantes, do ponto de vista nutricional e funcional (VARGAS, 2006). Portanto, a temperatura de armazenamento do mel em estudo não foi suficiente para alterar este parâmetro.

CONCLUSÕES

As características físico-químicas no mel de Limoeiro do Norte-CE, mantêm-se nos padrões estabelecidos pela legislação vigente durante o armazenamento, exceto para o hidroximetilfurfural, que aos 180 dias apresenta valores superiores aos permitidos pela legislação, nos dois tipos de embalagem. Dentre as duas embalagens utilizadas no armazenamento, o recipiente plástico apresenta melhor resultado na manutenção dos níveis de hidroximetilfurfural.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO FILHO, F.G.; GONÇALVES, I.C. Flora apícola e mel orgânico. In: VILELA, S. L. O. **Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.48-59.

ANACLETO, D.A.; MARCHINI, L.C. Composição físico-química de méis de *Apis mellifera* L. provenientes do cerrado Paulista. **Boletim de Indústria Animal**, v.61, n.2, p.161-172, 2004.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Maryland: AOAC, 1997. 1141p.

ARAÚJO, D.R.; SILVA, R.H.D.; SOUSA, J.S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.51-55, 2006.

ARRUDA, C.M.F. et al. Características físico-químicas de méis da Chapada do Araripe/Santana do Cariri-Ceará. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.171-176, 2005.

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

BASTOS, E.M. Espectro polínico do mel produzido

em algumas áreas antrópicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p.789-799, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2000.

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

CAVIA, M.M. et al. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. **Food Chemistry**, v.78, n.2, p.157-161, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária Municipal**, v.33, p.1-38, 2005.

LANARA – Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - Métodos Físicos e Químicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. 252p.

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

MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; SILVEIRA NETO, S. Características físico-químicas de amostras de mel e desenvolvimento de enxames de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera, Apidae) em cinco diferentes espécies de eucaliptos. **B. CEPPA**, v.21, n.7, p.193-206, 2003.

PEREIRA, F.M. et al. 2003. **Produção de mel**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/>. Acesso em: 01 mar. 2007.

RODRIGUES, A.E. et al. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1166-1171, 2005.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. A new version of the Assisat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396.

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

SODRÉ, G.S. et al. Análise multivariada com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte no Estado da Bahia. **Arquivo Latinoamericano de Produção Animal**, v.11, n.3, p.129-137, 2003.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná**. 2006. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.D. **Manual de análise físico-química de mel**. São Paulo: APACAME, 1999. 16p.