

# Qualidade e estimativa do tempo de consumo do Mel de Tiúba (*Melipona fasciculata* Smith) produzido na região do cerrado maranhense

<sup>1</sup> Carlos Alexandre Holanda, <sup>2</sup> Clenilma Marques Brandão, <sup>2</sup> Janilson Lima Souza, <sup>1</sup> Maria Nilce de Souza Ribeiro, <sup>3</sup> Lúcia Maria Coêlho Alves, <sup>3,\*</sup> Maria Célia Pires Costa

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, IFMA, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, Brasil.

\* celiacosta@prof.elo.com.br

**Resumo:** O cerrado maranhense apresenta um ótimo potencial florístico necessário à implementação da meliponicultura. A qualidade dos méis de tiúba oriundos das cidades de Jenipapo dos Vieiras, Fernando Falcão, Barra do Corda e Riachão foram avaliadas pelas análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes, sólidos insolúveis e cinzas. O tempo no qual o mel de tiúba deverá ser consumido foi estimado em 120 dias, através dos parâmetros físico-químicos de umidade, atividade diastásica, hidroximetilfurfural, pH, acidez, açúcar redutor, sacarose aparente e pela proposta de Villas-Bôas e Malaspina em conjunto com a legislação brasileira para méis de *Apis mellifera*, haja vista, a ausência de uma legislação para os méis de meliponíneos.

**Palavras-chaves:** *Melipona fasciculata* Smith; Análise microbiológica; Parâmetros físico-químicos.

**Quality and Estimative of Time-Consuming of Tiúba Honey (*Melipona fasciculata* Smith) Produced in Cerrado Region from Maranhão State, Brasil:** The cerrado region from Maranhão State introduce an optimum floristic potential necessary for the implementation of meliponiculture. The tiúba honeys quality's arising from the municipalities of Jenipapo dos Vieiras, Fernando Falcão, Barra do Corda and Riachão have been evaluated through the analysis of total coliforms, thermotolerant coliforms, insoluble solids and ashes. The time that tiúba honey has to be consumed was estimated to be 120 days, through of the physical-chemicals parameters of umidity, diastasic activity, hydroxymethylfurfural, pH, acidity, reducing sugars, apparent sucrose and through Villas-Bôas and Malaspina's purpose in agreement with brazilian legislation for *Apis mellifera* honeys, considering the absence of a legislation for the meliponini honeys (stingless bees).

**Keywords:** *Melipona fasciculata* Smith; Microbiologic analysis; Physical-chemicals parameters.

Recebido: 23 de Maio de 2015; aceito: 01 de Outubro de 2015, publicado: 17 de Dezembro de 2015.

DOI: 10.14685/rebrapa.v6i3.3498

## INTRODUÇÃO

O mel caracteriza-se como uma solução complexa de açúcares, minerais, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, compostos aromáticos, pólen, entre outras substâncias que são manipuladas pelas abelhas (LACERDA *et al.*, 2010). Atualmente no cenário mundial

destacam-se duas importantes linhas para obtenção de mel das abelhas, apicultura com o manejo das espécies do gênero *Apis* e meliponicultura com a criação de Meliponíneos, que gera ao homem do campo uma maior rentabilidade (EVANGELISTA-RODRIGUES *et al.*, 2005).

No Maranhão, a região da baixada maranhense (floresta amazônica e mata dos cocais, biomas principais) tem maior destaque na produção de mel por contar com uma melhor estrutura para o beneficiamento (Coamel), divulgação em trabalhos científicos e programas de assistência técnica voltados aos criadores, assim, essa região vem sendo mais qualificada à desenvolver a apicultura e meliponicultura no Estado (COAMEL, 2010; DUTRA *et al.*, 2008; LOPES *et al.*, 2011; MARQUES *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2005, 2006). Por outro lado, o cerrado maranhense tem uma flora bastante diversificada, essa é uma das principais características que qualifica uma região com boa produtora de mel, assim, o cerrado maranhense tem o potencial necessário para se tornar uma região produtora de mel de qualidade no Estado.

O desenvolvimento da meliponicultura no cerrado maranhense tem sido dificultado em função de diversos fatores: difícil acesso às diversas comunidades que compõem a região responsável pela produção do mel de tiúba (estradas não pavimentadas e transporte escasso), inúmeros desmatamentos oriundos do crescente desenvolvimento urbano-agrário para a implantação de áreas para o cultivo de monoculturas, falta de incentivo dos órgãos governamentais associado à política pública que contemple a produção e comercialização dos méis produzidos na região e manejo de forma artesanal na produção do mel de tiúba, assim, essas características são um grande entrave à comercialização (KERR, 1997; LORENZON, OLIVEIRA & LIMA, 2009; MENDONÇA *et al.*, 2008; MILFONT *et al.*, 2009).

Alguns meliponicultores no cerrado maranhense ainda montam seus meliponários com colmeias inseridas em troncos de árvores/caixas rústicas que dificultam a obtenção do mel com boa qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 2006; DARDÓN & ENRÍQUEZ, 2008). Estima-se que em um ano houve uma redução de aproximadamente 43% dos meliponários na região do cerrado maranhense, isto devido, os meliponicultores da região realizarem essa atividade de forma secundária (HOLANDA *et al.*, 2012).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar amostras de méis de tiúba produzido na região

do cerrado maranhense e, a partir de características físico-químicas, fazer uma estimativa do tempo máximo para o consumo do mel de *Melipona fasciculata* Smith, comparando os dados obtidos com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira para méis de *Apis mellifera* e também com a proposta de Villas-Bôas e Malaspina para os méis de meliponíneos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Coleta das amostras

Foram coletadas, no mês de outubro de 2008, 8 amostras de méis de tiúba procedentes da região do cerrado maranhense, as quais foram obtidas assepticamente, diretamente das colméias dos meliponicultores, utilizando seringas adaptadas e esterilizadas, e acondicionadas em frascos de vidro estéreis à temperatura ambiente. As amostras foram obtidas em porções de aproximadamente 150 – 300 g. Os locais de coleta foram as cidades de Jenipapo dos Vieiras (3 amostras), Fernando Falcão (2 amostras), Barra do Corda (1 amostra) e Riachão (2 amostras).

### Análises das amostras

As análises microbiológicas para determinação de Coliformes totais (35 °C), Coliformes termotolerantes (45 °C) e Bolores/leveduras (ALPHA, 2001) foram realizadas no Laboratórios de Microbiologia de Alimentos e Água, enquanto, as análises de cor, umidade, atividade diastásica ( $\alpha$ -amilase), hidroximetilfurfural (HMF), pH, acidez, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis e cinza (AOAC, 2000; IHC, 2002) foram realizadas no Laboratório de Macromoléculas e Produtos Naturais, ambos pertencente a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. A determinação do tempo de consumo das amostras foi realizada abrindo e fechando os frascos randomicamente, mais ou menos, como deve ocorrer em uma residência.

A determinação de coliformes foi feita por meio da técnica de fermentação em tubos múltiplos, teste presuntivo realizado com caldo lauril sulfato triptose; foram preparadas três diluições

em série, sendo alíquotas de 25,0 g adicionadas a 225 mL de água peptonada tamponada ( $10^{-1}$ ), subsequentemente 1mL desta diluição foi adicionado em tubos de ensaio contendo 9 mL do mesmo diluente ( $10^{-2}$ ) e assim até diluição  $10^{-3}$ . A partir das diluições preparadas, 1mL de cada diluição foi inoculado nas séries de caldo lauril e os tubos incubados em estufa bacteriológica a 35 °C por 24 - 48 horas. A fermentação da lactose é observada pela formação de gás no interior dos tubos de Duran ou efervescência ao se agitar os tubos de ensaio delicadamente. Para análise confirmatória de coliformes totais utiliza-se o meio caldo verde brilhante bile (VB), onde se transferem alíquotas dos crescimentos positivos em lauril para o meio VB e os tubos são novamente incubados em estufa bacteriológica a 35 °C por 24 - 48 horas. Para análise confirmatória de coliformes termotolerantes, utiliza-se o caldo *Escherichia coli* (EC) e, a partir da leitura positiva dos tubos VB transferem-se os inóculos para tubos EC e estes são incubados em banho-maria  $45 \pm 1$  °C por 24 horas. Para interpretação dos testes utiliza-se a tabela de NMP (número mais provável). Para contagem de bolores e leveduras foram adicionados 1mL das diluições decimais em placas de Petri e vertidos 20 mL de ágar batata dextrose, sendo o meio acidificado com ácido láctico 10% até pH 3,5. As placas foram incubadas em estufa a 25 °C por 3 - 5 dias e o número de unidades formadoras de colônias (UFC) quantificadas no contador de colônias.

Para analisar a coloração das amostras foi utilizado um espectrofotômetro Varian, Cary 50, usando-se glicose como branco e as leituras foram realizadas por varredura na faixa 200 - 800 nm. Para determinar a umidade foi utilizado um refratômetro Abbé de bancada, os índices de refração obtidos foram convertidos em percentuais de umidade com o auxílio da tabela de Chataway. As medidas de atividade diastásica foram feitas por espectrofotometria na região do visível (660 nm), utilizou-se amido na determinação da quantidade enzimática. A mensuração do HMF foi realizada nos comprimentos de onda 284 e 336 nm, usou-se uma solução a 0,2% de bissulfito de sódio como referência. A determinação da concentração dos íons hidrônios foi feita com peagâmetro pH-TEK, 100. As medidas de acidez (livre) foram

realizadas por volumetria com hidróxido de sódio a  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  e pH de equivalência 8,3. Os açúcares redutores foram mensurados por titulação das amostras misturadas com uma solução cuproalcalina (Fehling A e B) e utilizando-se azul de metileno como indicador. Os percentuais de sacarose aparente foram determinados por inversão a glicídios redutores com ácido sulfúrico concentrado. Os sólidos insolúveis foram investigados por filtração a baixa pressão em cadinhos de vidro e usou-se água destilada a 80 °C como solvente. Os teores de cinzas foram determinados por gravimetria, onde, primeiramente as amostras são calcinadas e posteriormente levadas a mufla a 600 °C por 5 horas. As análises físico-químicas utilizadas para estimar o tempo de consumo do mel de tiúba foram umidade, diástase, HMF, pH, acidez, açúcares redutores e sacarose aparente. Estas foram realizadas quando as amostras foram recém-coletadas (1 dia), e em intervalos de 60, 120 e 180 dias.

#### *Análise estatística*

Os resultados foram analisados com auxílio do software Graph Pad Prism, versão 5. Os dados foram expressos com a média e o desvio padrão (M; DP) de três repetições. Todas as informações obtidas a partir da análise dos dados foram comparadas com padrões estabelecidos pela legislação brasileira para méis de *Apis mellifera* e pela proposta de Villas-Bôas e Malaspina para méis de meliponíneos (BRASIL, 2000; VILLAS-BÔAS & MALASPINA, 2005).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados da análise microbiológica dos méis de tiúba provenientes da região de cerrado no Estado do Maranhão podem ser observados na Tabela 1. Não foram detectados coliformes totais nem coliformes termotolerantes evidenciando o hábito higiênico da abelha *Melipona fasciculata* Smith ou pela localização dos meliponários (algumas colmeias em locais afastados das cidades). Segundo Oliveira *et al.* (2005) a contaminação do mel de tiúba pode ser proveniente da localização de alguns meliponários, próximos a galinheiros, chiqueiros e córregos. Em geral, não são

encontrados coliformes presentes no mel, a não ser, pela falta de higiene e boas práticas do produtor durante a manipulação, processamento e armazenamento do mel (BARROS & BATISTA, 2008; SANTOS *et al.*, 2011). Segundo Fangio, Iurlina e Fritz (2010), o mel apresenta ação bactericida, impede a proliferação bacteriana, mas a densidade de bactérias que o mel consegue inibir ainda não foi quantificada, além do que, o mel diverge em suas propriedades físico-químicas dependendo da região, florada, sazonalidade e das espécies de abelhas (principalmente), isso vai interferir diretamente nas características microbiológicas. Resultados similares foram obtidos por Souza *et al.* (2009a) com méis de trigoníneos, Alves *et al.* (2011) com méis de urucu, jandaíra e tíuba, Souza *et al.* (2008) com mel de urucu e Silva *et*

*al.* (2008) com mel de urucu cinzenta. A Tabela 1 mostra também que não foram observados bolores e leveduras nos méis de tíuba. Segundo Alves *et al.* (2009) a presença de fungos no mel é natural, todavia, muitos deles podem causar sérios danos à saúde e até mesmo provocar a morte do consumidor, os esporulados são mais preocupantes, pois esperam as condições favoráveis para iniciarem seus ciclos de vida. Oliveira *et al.* (2005) encontraram no mel de tíuba bolores e leveduras, além de esporos anaeróbios e bactérias mesófilas que afetam diretamente a qualidade do mel. Similar aos resultados encontrados neste trabalho foram os de Alves *et al.* (2011) para os méis tíuba, jandaíra e urucu, Silva *et al.* (2008) para o mel de urucu cinzenta e Conti *et al.* (2007) para o mel de *Apis mellifera*.

**Tabela 1:** Análises microbiológicas, cinzas e sólidos insolúveis das amostras de méis de tíuba produzidas na região do cerrado maranhense.

Amostra	Coliformes totais (NMP.g <sup>-1</sup> )	Coliformes termotolerantes (NMP.g <sup>-1</sup> )	Bolores e Levedura (UFC.g <sup>-1</sup> )	Cinzas (%)	Sólidos Insolúveis (%)
M1 JV*	ND <sup>¥</sup>	ND <sup>¥</sup>	NO <sup>*k</sup>	0,096	0,024
M2 JV	ND	ND	NO	0,074	0,008
M3 JV	ND	ND	NO	0,026	0,012
M4 FF*	ND	ND	NO	0,038	0,024
M5 FF	ND	ND	NO	0,036	0,021
M6 BC*	ND	ND	NO	0,158	0,017
M7 R**	ND	ND	NO	0,101	0,019
M8 R	ND	ND	NO	0,085	0,008
P <sup>x</sup> <sub>Apis</sub>	< 100	< 100	< 100	0,60	0,10
P <sub>Melípona</sub>					0,40

\* Ver HOLANDA *et al.*, 2012; \*\* Riachão; \* Padrão; ¥ Não Detectado (< 3 NMP.g<sup>-1</sup>); \* Não Observado (< 10 UFC.g<sup>-1</sup>)

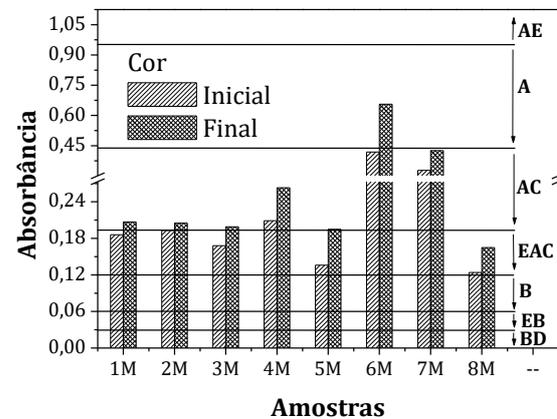
Os resultados de sólidos insolúveis e cinzas variaram entre 0,008 – 0,024% e 0,036 – 0,158% respectivamente (Tabela 1). Todas as amostras em relação a esses parâmetros físico-químicos encontram-se de acordo com a legislação brasileira e a proposta de Villas-Bôas e Malaspina. Poucos trabalhos foram realizados para determinar o teor de sólidos insolúveis em méis de meliponíneos. Holanda *et al.* (2012) obtiveram uma variação de 0,01 – 0,11% em méis de *Melipona fasciculata* Smith,

Evangelista-Rodrigues *et al.* (2005) determinaram o valor de 0,01% em uma amostra de *Melipona scutellaris* e Alves *et al.* (2011) determinaram os valores de 0,05, 0,20 e 0,29% em méis de urucu, jandaíra e tíuba respectivamente. Diversas pesquisas relatam o teor de cinzas em méis de meliponíneos, tais como, Campos, Gois e Carneiro (2010) que obtiveram uma variação de 0,17 – 0,32% para o mel de *Melipona scutellaris*; Anacleto *et al.* (2009) determinaram uma variação de 0,21 –

0,60% para o mel de *Tetragonisca angustula*; Oddo et al. (2008) obtiveram uma variação de 0,35 – 0,56% para o mel de *Trigona carbonaria*; Souza et al. (2009b) determinaram as variações de 0,01 – 0,18%, 0,08 – 0,09%, 0,06 – 0,13% e 0,06 – 0,33% nos méis de *Melipona asilvai*, *Melipona mandacaia*, *Melipona quadrifasciata anthidioides* e *Melipona scutellaris* respectivamente e Vit, Bogdanov e Kilchenmann (1994) determinaram variações de 0,16 – 0,48%, 0,08 – 0,24%, 0,04 – 0,61% e 0,33 – 1,10% em méis de *Melipona compressipes*, *Melipona trinitatis*, *Melipona favosa favosa* e *Melipona frieseomelitta aff varia* respectivamente. Valores de sólidos insolúveis e cinzas condizentes com a legislação evidenciam o caráter higiênico das abelhas ou cuidados com a obtenção de mel (HOLANDA et al., 2012). Não foram realizadas as análises de sólidos insolúveis e cinzas, assim como, a análise microbiológica para a determinação do tempo de consumo do mel de tíuba, entretanto, Silva et al. (2009) fizeram a determinação de sólidos insolúveis e cinzas para o mel de *Apis mellifera* estocado por um período de 180 dias, constataram que não há variação significativa decorrente do tempo de armazenamento, e Silva et al. (2008) fizeram um estudo microbiológico durante nove meses sem o surgimento de microrganismos nos méis de *Apis mellifera* e *Melipona fasciculata*.

Os resultados que avaliam o tempo de consumo do mel de tíuba estão resumidos na Tabela 2. A Figura 1 mostra a variação na coloração dos méis de *Melipona fasciculata* Smith recém colhidos e após seis meses da colheita. A cor predominante nas amostras recém coletadas foi à extra âmbar claro e após 180 dias o âmbar claro. O escurecimento pode estar relacionado a reações de compostos fenólicos com sais minerais (cálcio e ferro), pois a cor mais escura indica uma maior quantidade de minerais, e a instabilidade da frutose em solução ácida potencializada pela atividade enzimática e ação da luz (LACERDA et al., 2010; MELLO, ANDRADE & TAKASE, 2004). Azeredo, Azeredo e Damasceno (1999) analisaram a cor do mel de *Apis mellifera* da cidade de São Fidelis-RJ armazenados em frascos de vidro e de plástico sob diferentes condições de armazenagem em intervalos de 90 dias, e não

observaram variação significativa na coloração com o transcorrer do tempo, evidenciando a não influência quanto a forma de armazenamento.



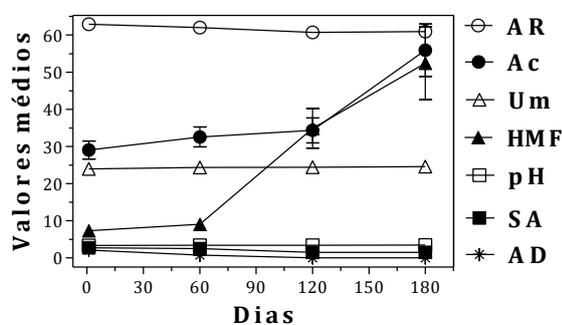
**Figura 1:** Coloração (BD, branco d'água; EB, extra branco; B, branco; EAC, extra âmbar claro; AC, âmbar claro; A, âmbar; AE, âmbar escuro) das amostras dos méis de tíuba no 1 dia e após 180 dias da coleta.

A umidade é o principal parâmetro físico-químico que gera uma grande discussão sobre a qualidade dos méis que ultrapassam o limite máximo de 20% estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). O mel com elevada taxa de umidade pode facilitar a proliferação ou contaminação por microrganismos, assim, metodologias como pasteurização (SILVA et al., 2008), desumidificação (CARVALHO et al., 2009) e radiação gama (SOUZA et al., 2008b) são utilizadas para assegurar a qualidade dos méis ou aumentar a vida prateleira destes produtos. Os resultados de umidade dos méis de tíuba analisados em intervalos de 60 dias são mostrados na Tabela 2 e ilustrados pela Figura 2. Observa-se uma variação no teor de umidade insignificante para os intervalos de tempo, o leve aumento pode ser atribuído a higroscopicidade do mel, que está diretamente relacionada à atividade de água presente nos alimentos, sendo responsável pela troca de umidade com ambiente (CHIRIFE, ZAMORA & MOTTO, 2006). Silva et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes com mel de *Apis* armazenados em recipientes plástico e metálico durante seis meses (intervalos de 30 dias). Todas as amostras de mel de tíuba analisadas estão em desacordo com a legislação brasileira, contudo,

Villas-Bôas e Malaspina propõem 35% para o parâmetro umidade, dessa forma o mel de tiúba está perfeitamente propício para o consumo. Segundo Chirife, Zamora e Motto (2006), o fator que regula o ataque microbiano no mel é a atividade de água e não a umidade, pois, um baixo teor de umidade não assegura totalmente o mel contra o ataque dos microrganismos, assim como, mel com elevado percentual de umidade não é sempre propenso a fermentação.

As variações na atividade diastásica e no conteúdo de HMF durante os intervalos de tempo são mostradas na Tabela 2 e ilustradas na Figura 2. Ambos os parâmetros são utilizados para identificar méis armazenados ao longo prazo/condições inadequadas de temperatura (elevada), isto devido, a  $\alpha$ -amilase e o HMF serem sensíveis ao aumento de temperatura e mudanças ocorridas durante a vida de prateleira (GIDAMIS *et al.*, 2004).

A Tabela 2 mostra que a quantidade de diástase encontrada no mel de tiúba é muito baixa, assim, todas as amostras estão fora da legislação brasileira e da proposta de Villas-Bôas e Malaspina (exceto uma no 1 dia). No intervalo de 180 dias, a presença de  $\alpha$ -amilase não foi mais detectada, evidenciando a deterioração do mel com o transcorrer do tempo. Silva *et al.* (2009) não observaram mudanças significativas no conteúdo de diástase presente no mel de *Apis* armazenado por 180 dias em dois tipos de embalagem (intervalos de 30 dias). Segundo Boukraa, Benbarek e Moussa (2008), a atividade diastásica interfere no potencial (aumenta ou diminui) antifúngico do mel na presença de um substrato.



**Figura 2:** Valores médios de açúcar redutor (AR), acidez (Ac), umidade (Um), hidroximetilfurfural (HMF), potencial hidrogenionico (pH), sacarose aparente (SA) e

atividade diastásica (AD) das amostras dos méis de tiúba em intervalos de sessenta dias.

Qualquer propriedade antifúngica ou antibacteriana presente no mel de tiúba não será advinda de sua atividade diastásica. Os conteúdos de HMF no mel de tiúba até 60 dias são baixos e uniformes (pouca dispersão), entretanto, a partir dos 120 dias, o HMF aumenta expressivamente e o mel começa a sair do padrão proposto por Villas-Bôas e Malaspina e também da legislação brasileira (Tabela 2). O aumento progressivo na quantidade de moléculas de HMF ocorre naturalmente com o envelhecimento do mel, sendo que, a reação de formação do composto é potencializada pela elevada concentração de íons hidrônios, geralmente méis de meliponíneos apresentam uma concentração hidrogenionica superior aos méis de *Apis*, que desestabiliza a frutose gerando o HMF. Outros fatores como a umidade, estresse fotoquímico e origem botânica podem afetar a produção de HMF (KHALIL, SULAIMAN & GAN, 2010; LEMOS, SANTOS & SANTOS, 2010). Gidamis *et al.* (2004) armazenaram o mel de *Apis* durante sete meses (intervalo de um mês) e observaram o aumento na formação do HMF com o tempo de armazenamento.

Os resultados das análises de pH e acidez durante o tempo de armazenamento são mostrados na Tabela 2 e ilustrados pela Figura 2. O pH manteve-se praticamente constante durante o período de estocagem, no entanto, a acidez aumentou levemente durante os 120 dias e significativamente após este período. Nos 180 dias a acidez encontra-se fora da legislação brasileira, mas dentro da recomendação de Villas-Bôas e Malaspina. Azeredo, Azeredo e Damasceno (1999) obtiveram resultado semelhante, mas o aumento gradativo foi brando durante um ano de armazenamento. Silva *et al.* (2009) também não observaram variação expressiva no pH, entretanto, a acidez sofreu uma leve diminuição (quase constante), esse resultado assemelhou-se ao de Freitas *et al.* (2010) para o mel de jandaíra tratados por 4, 8, 16 e 24 horas em estufa a 70 °C, os pesquisadores consideram que a diminuição da acidez é devido a alguns ácidos orgânicos volatilizarem-se com o aumento de temperatura.

**Tabela 2:** Valores da média e do desvio padrão determinados a cada dois meses para umidade, atividade diastásica, HMF, pH, acidez, açúcares redutores e sacarose aparente das amostras de méis de tiúba obtidas no cerrado maranhense.

Análise	Tempo								Padrão	
	1 dia		60 dias		120 dias		180 dias		Apis	Melípona
	(M; DP)	(Mín; Máx)	(M; DP)	(Mín; Máx)	(M; DP)	(Mín; Máx)	(M; DP)	(Mín; Máx)		
Umidade (%)	23,94; 1,25	21,44; 25,24	24,32; 1,39	21,77; 25,84	24,38; 1,46	21,77; 26,04	24,55; 1,50	21,77; 26,18	Máx 20	Máx 35
Diástase (Gothe)	2,18; 0,63	1,43; 3,01	0,43; 0,22	0,36; 1,01	0,02; 0,03	0,00; 0,09	0,00; 0,00	0,00; 0,00	Mín 8	Mín 3
HMF (mg.kg <sup>-1</sup> )	7,56; 2,16	4,27; 10,65	9,37; 1,62	6,69; 11,54	35,44; 15,06	22,63; 69,99	52,81; 27,72	33,14; 115,07	Máx 60	Máx 40
pH*	3,3; 0,1	3,2; 3,6	3,3; 0,1	3,3; 3,5	3,4; 0,1	3,3; 3,7	3,4; 0,1	3,3; 3,6	—	—
Acidez (meq.kg <sup>-1</sup> )	29,0; 6,8	23,7; 42,7	32,4; 7,6	25,0; 46,0	34,2; 8,9	26,3; 48,0	55,9; 18,6	39,3; 91,3	Máx 50	Máx 85
A. redutor (%)	62,93; 1,43	60,05; 64,10	62,36; 1,16	60,54; 63,57	60,37; 0,38	60,05; 61,00	60,86; 0,52	60,05; 61,49	Mín 65	Mín 50
S. aparente (%)	2,70; 1,53	1,12; 5,45	2,25; 1,00	1,37; 4,12	1,90; 1,07	0,49; 3,88	1,04; 0,66	0,64; 2,38	Máx 6	Máx 6

M = média, DP = desvio padrão; Mín = mínimo; Máx = máximo; \* Não existe um padrão para a atividade dos íons hidrônios, entretanto, estipula-se uma faixa de 3,3 – 4,6 como aceitável

Os ácidos orgânicos são eletrólitos fracos, então eles pouco se ionizam, o que explica a constância do pH. O aumento da acidez, provavelmente, advém da conversão de açúcares a ácidos orgânicos por ação enzimática (JOSEPH *et al.*, 2007; MOREIRA *et al.*, 2007).

Os percentuais de açúcares, assim como a umidade, nos méis de meliponíneos têm a desvantagem de quase sempre estarem fora da legislação brasileira, no entanto, a proposta de Villas-Bôas e Malaspina abrange com maior eficácia a estes méis. As alterações sofridas pelos glicídios redutores e não-redutores do mel de tiúba são mostradas na Tabela 2 e ilustradas pela Figura 2. O percentual de açúcares redutores, assim como a sacarose aparente, diminuiu com o transcorrer do tempo. A diminuição no teor de açúcares redutores advém da formação do HMF (deterioração da frutose), degradação enzimática e formação de dissacarídeos. Segundo Moreira e De Maria (2001) o envelhecimento do mel favorece a produção de dissacarídeos a partir de monossacarídeos (glicose e frutose). Enquanto a redução da sacarose aparente provém da desestabilização molecular da sacarose formando glicose e frutose, processo que ocorre naturalmente durante a maturação do mel. Silva *et al.* (2009) obtiveram resultado similar para sacarose aparente do mel de *Apis mellifera* armazenado em dois tipos de recipientes durante 180 dias, no entanto, os açúcares redutores aumentaram durante o período de estocagem.

As análises de microbiologia, sólidos insolúveis e cinzas evidenciam um perfil de qualidade do mel de tiúba produzido na região do cerrado maranhense quanto ao comportamento higiênico das abelhas e também à prática higiênico-sanitária que deve ser executada pelos meliponicultores. De acordo com os parâmetros físico-químicos utilizados para determinar o tempo de consumo do mel de tiúba (Tabela 2) e a proposta de Villas-Bôas e Malaspina em conjunto com a legislação para méis de *Apis*, o mel de tiúba deve ser consumido em 120 dias, no entanto, destaca-se a importância de uma posterior realização de análises sensoriais para a confirmação do tempo de consumo, pois segundo a literatura, alguns compostos presentes nos méis podem volatilizar durante o

processo de “abrir e fechar” os frascos (BASTOS *et al.*, 2002; SODRÉ *et al.*, 2008). Assim, as propriedades organolépticas são afetadas, conseqüentemente, podem não mais agradar ao paladar do consumidor. Neste caso uma solução viável seria a produção de aguardente e vinagre, segundo a literatura, esses produtos provenientes do mel apresentam características organolépticas tão agradáveis quanto aos demais tradicionalmente comercializados (MOUCHREK FILHO *et al.*, 2011; ILHA *et al.*, 2000).

## CONCLUSÕES

As amostras dos méis de tiúba coletadas na região de cerrado do Estado do Maranhão apresentaram um perfil de qualidade excelente para o consumo (análises microbiológicas, sólidos insolúveis e cinzas), pois atendem aos requisitos higiênico-sanitários e a legislação brasileira vigente ao controle de qualidade do mel.

As análises físico-químicas (umidade, atividade diastásica, HMF, pH, acidez, açúcar redutor e sacarose aparente) em conjunto com a legislação brasileira e a proposta de Villas-Bôas e Malaspina utilizadas para determinar o tempo de consumo dos méis de tiúba sugerem que estes devem ser consumidos em um período de até 120 dias (aproximadamente). Contudo, destaca-se a necessidade de análises sensoriais para a confirmar o tempo de consumo dos méis de tiúba.

Os méis de meliponíneos necessitam da aprovação de uma legislação que englobe todas as características intrínsecas a estes méis, assim, a circulação deste alimento estará regularizada à comercialização interna, e também facilitará a exportação à novos setores de consumo do mel de abelha sem ferrão.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo auxílio financeiro, e aos meliponicultores do cerrado maranhense pela doação das amostras.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. M.; TOLEDO, V. A. A.; MARCHINI, L. C.; SEREIA, M. J.; MORETI, A. C. C. C.; LORENZETTI, E. R.; NEVES, C. A.; SANTOS, A. A. Presença de coliformes, bolores e leveduras em amostras de mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas do alto rio Paraná. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2222 – 2224, 2009.
- ALVES, T. T. L.; MENESES, A. R. V.; SILVA, J. N.; PARENTE, G. D. L.; HOLANDA NETO, J. P. Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 91 – 97, 2011.
- ANACLETO, D. A.; SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. Composição de amostras de mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula* latreille, 1811). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 535 – 541, 2009.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. Gaithersburg, 2000.
- APHA (American Public Health Association). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 2001.
- AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidelis-RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 3 – 7, 1999.
- BARROS, H. D.; BATISTA, E. Avaliação físico-química e microbiológica de diferentes marcas de mel. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 166/167, p. 76 – 79, 2008.
- BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 122 – 129, 2002.
- BOUKRAA, L.; BENBAREK, H.; MOUSSA, A. Synergistic action of starch and honey against *Candida albicans* in correlation with diastase number. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 1, p. 40 – 43, 2008.
- BRASIL (Ministério da Agricultura e do Abastecimento). **Instrução normativa n° 11, de 20 outubro de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. In: Diário Oficial da União, Brasília, 2000.
- CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Melipona scutellaris* produzido no Estado da Paraíba. **FAZU em Revista**, n. 7, p. 186 – 190, 2010.
- CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S.; FONSECA, A. A. O.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; CLARTON, L. Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, n. 1, p. 143–149, 2009.
- CHIRIFE, J.; ZAMORA, M. C.; MOTTO, A. The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 3, p. 287 – 292, 2006.
- COAMEL. **Cooperativa Agroecológica dos Meliponicultores da Baixada Maranhense, 2010**. <[http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/2278/apis\\_183.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/qas/uploads/2278/apis_183.pdf)>. Acesso em: 21/05/2015.
- CONTI, R.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A. Avaliação microbiológica e físico-química de méis de jataí (*Tetragonisca angustula*) e de *Apis mellifera* do Estado de Mato Grosso do Sul. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 148, p. 91 – 96, 2007.
- DARDÓN, M. J.; ENRÍQUEZ, E. Caracterización físicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin

- aguijón (meliponini) de Guatemala. **Interciencia**, v. 33, n. 12, p. 916 – 922, 2008.
- DUTRA, R. P.; NOGUEIRA, A. M. C.; MARQUES, R. R. O.; COSTA, M. C. P.; RIBEIRO, M. N. S. Avaliação farmacognóstica de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith da Baixada maranhense, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 557 – 562, 2008.
- EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. 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.
- FANGIO, M. F.; IURLINA, M. O.; FRITZ, R. Characterisation of Argentinean honeys and evaluation of its inhibitory action on *Escherichia coli* growth. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 3, p. 520 – 529, 2010.
- FREITAS, W. E. S.; AROUCHA, E. M. M.; SOARES, K. M. P.; MENDES, F. I. B.; OLIVEIRA, V. R.; LUCAS, C. R.; SANTOS, M. C. A. Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipona subnitida*) após tratamento térmico. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 3, p. 153 – 257, 2010.
- GIDAMIS, A. B.; CHOVE, B. E.; SHAYO, N. B.; NNKO, S. A.; BANGU, N. T. Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural (HMF) levels. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 59, n. 3, p. 129 – 132, 2004.
- HOLANDA, C. A.; OLIVEIRA, A. R.; COSTA, M. C. P.; RIBEIRO, M. N. S.; SOUZA, J. L.; ARAÚJO, M. J. A. M. Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 55 – 58, 2012.
- IHC (International Honey Commission). **Harmonized methods of the international honey commission**. Liebefeld, 2002.
- ILHA, E. C.; SANTANNA, E. S.; TÔRRES, R. C. O.; PORTO, A. C. S.; MEINERT, E. M. Utilization of bee (*Apis mellifera*) honey for vinegar production. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 39 – 50, 2000.
- JOSEPH, T.; JULIUS, A.-N.; FLORENCE A, F.; DELPHINE, D. N.; JONNAS, P.; ANTOINE, M. Z. Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from the sudano-guinean zone of West Cameroon. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 7, p. 908 – 913, 2007.
- KERR, W. E. A importância da meliponicultura para o país. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 3, p. 42 – 44, 1997.
- KHALIL, M. I.; SULAIMAN, S. A.; GAN, S. H. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 8/9, p. 2388 – 2392, 2010.
- LACERDA, J. J. J.; SANTOS, J. S.; SANTOS, S. A.; RODRIGUES, G. B.; SANTOS, M. L. P. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellifera* no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1022 – 1026, 2010.
- LEMOS, G. S.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P. Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1682 – 1685, 2010.
- LOPES, G. S.; MARQUES, L. J. P.; SILVA, J. M.; LEITE, A. M. M. Composição de méis de *Melipona compressipes fasciculata* de cidades da Baixada Maranhense. **Mensagem Doce**, n. 111, p. 12 – 21, 2011.
- LORENZON, M. C. A.; OLIVEIRA, C.; LIMA, M. D. Socialização do conhecimento sobre criação de abelhas em comunidade de agricultura familiar. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 56 – 68, 2009.

- MARQUES, L. J. P.; MUNIZ, F. H.; LOPES, G. S.; SILVA, J. M. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 141 – 149, 2011.
- MARTINS, A. C. L.; RÊGO, M. M. C.; CARREIRA, L. M. M.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Espectro polínico de mel de tíuba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera Apidae). **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 183 - 190, 2011.
- MELLO, V. S.; ANDRADE, E. C. B.; TAKASE, I. Determinação do teor de ferro e análise físico-química de diferentes marcas de mel comercializado no município do Rio de Janeiro. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 123, p. 72 – 76, 2004.
- MENDONÇA, K.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. A.; ALMEIDA-ANACLETO, D.; MORETI, A. C. C. C. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1748 – 1753, 2008.
- MILFONT, M. O.; FREITAS, B. M.; RIZZARDO, A. G.; GUIMARÃES, M. O. Produção de mel por abelhas africanizadas em plantio de mamoneira. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1206 – 1211, 2009.
- MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 516 – 525, 2001.
- MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B.; PIETROLUONGO, M.; TRUGO, L. C. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1236 – 1241, 2007.
- MOUCHREK FILHO, V. E.; ALMEIDA, E. B.; MOUCHREK FILHO, J. E.; NASCIMENTO, A. R.; OLIVEIRA, M. B. Produção e avaliação físico-química da aguardente de mel de abelha (*Apis mellifera*). **Higiene Alimentar**, v. 25, n. 194/195, p. 75 – 78, 2011.
- ODDO, L. P.; HEARD, T. A.; RODRÍGUEZ-MALAVAR, A.; PÉREZ, R. A.; FERNÁNDEZ-MUIÑO, M.; SANCHO, M. T.; SESTA, G.; LUSCO, L.; VIT, P. Composition and antioxidant activity of *Trigona carbonaria* honey from Australia. **Journal of Medicinal Food**, v. 11, n. 4, p. 789 – 794, 2008.
- OLIVEIRA, E. G.; MONTEIRO NETO, V.; SILVEIRA, L. M. S.; NASCIMENTO, A. R.; NAHUZ, M. S. R.; MENESES, S. L.; VASCONCELOS, A. F. F.; COSTA, M. C. P.; BORGES, A. C. S.; BOGEA, A. L. G.; AZEVEDO, C. C.; FERREIRA, C. F. C.; LIMA, J. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos do mel de tíuba (*Melipona compressipes fasciculata* Smith), produzido no Estado do Maranhão. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 146, p. 74 – 81, 2006.
- OLIVEIRA, E. G.; NASCIMENTO, A. R.; COSTA, M. C. P.; MONTEIRO NETO, V. Qualidade microbiológica do mel tíuba (*Melipona compressipes fasciculata* Smith) produzido no Estado do Maranhão. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 133, p. 92 – 99, 2005.
- SANTOS, D. C.; MOURA NETO, L. G.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. F. N. L. Qualidade microbiológica de méis comercializados na região do Vale do Jaguaribe, CE. **Higiene Alimentar**, v. 25, n. 194/195, p. 143 – 146, 2011.
- SILVA, E. V. C.; ARAÚJO, Á. A.; VENTURIERI, G. C.; OZELA, E. F. Avaliação microbiológica e sensorial de méis de abelhas *Apis mellifera* (Africanizadas) e *Melipona fasciculata* (uruçu cinzenta) *in natura* e pasteurizado. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 162, p. 83 – 87, 2008.
- SILVA, K. F. N. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; SILVA, C. T. S.; MELO, K. S. Características físico-químicas de mel produzido em limoeiro do norte durante o armazenamento. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 246 – 254, 2009.
- SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, C. T. S.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Comportamento da umidade em méis

de *Apis mellifera* armazenados em recipientes de plástico e metal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 64 – 68, 2010.

SODRÉ, G. S.; CARVALHO, C. A. L.; FONSECA, A. A. O.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de méis de abelhas sem ferrão submetidos a processos de conservação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. supl., p. 72 – 77, 2008.

SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; DIAS, C. T. S.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 798 – 802, 2009a.

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

SOUZA, D. L.; SILVA, R. A.; QUEIROGA, R. C. R. E.; VIANNA, R. P. T.; CAVALCANTE, M. S. Análise físico-química de méis de abelha uruçú (*Melipona scutellaris*), produzidos na microrregião do Brejo paraibano. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 165, p. 103 – 106, 2008a.

SOUZA, M. C. L.; JESUS, E. F. O.; LOPES, R. T.; LEMOS, C. S.; BORGES, V. B.; ASSIS, J. T.; VITAL, H. C.; VILA, A. J. M.; GOMES, S. R. Caracterização físico-química e sensorial de mel de abelhas de floradas silvestres irradiado. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 160, p. 89 – 92, 2008b.

VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, n. 82, p. 6 – 16, 2005.

VIT, P.; BOGDANOV, S.; KILCHENMANN, V. Composition of Venezuelan honeys from stingless bees (Apidae: Meliponinae) and *Apis*

*mellifera* L. **Apidologie**, v. 25, n. 3, p. 278 – 288, 1994.