

## QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E QUÍMICA DO MEL (*Apis mellifera*) SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS

Glauco Vieira de Oliveira<sup>1</sup>  
Thaís Gabrielly Barbosa Paes<sup>2</sup>  
Keily Alves de Moura Oliveira<sup>3</sup>

### Resumo:

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes tratamentos térmicos sobre a qualidade microbiológica e química do mel (*Apis mellifera*). Os méis analisados foram provenientes do apiário experimental da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) - Campus Universitário do Araguaia em Barra do Garças-MT e mel comercial produzido na cidade de Iporá-GO. Os méis foram submetidos a tratamentos térmicos nos binômios de 45°C por 10, 30 e 50 minutos, e 60°C por 10, 30 e 50 minutos. Realizou-se a avaliação da qualidade microbiológica quanto à presença de Coliformes a 35°C, Coliformes termotolerantes, fungos, leveduras e *Salmonella* sp.; e análises químicas como quantificação de cinzas, sólidos insolúveis em água, acidez, hidroximetilfurfural (HMF), umidade, açúcares redutores, pH e reação de Lugol. As amostras analisadas apresentaram baixas contagens de Coliformes a 35°C, Coliformes termotolerantes, fungos filamentosos, leveduras e ausência de *Salmonella* sp.; atendendo as legislações pertinentes. De acordo com os resultados químicos, o mel proveniente do Apiário Experimental da UFMT - Campus Universitário do Araguaia e o mel comercial produzido na cidade de Iporá-GO apresentaram conformidade quanto ao teor de cinzas, acidez, umidade, açúcares redutores, pH e reação de Lugol. Apenas o teor de sólidos insolúveis em água e HMF apresentaram valores acima da legislação. A partir dos resultados notou-se que o mel sofreu pouca influência com os binômios aplicados, as desconformidades apresentadas não se referem somente ao tratamento térmico, podendo acontecer por manipulação inadequada no seu processamento e até na sua produção. São necessários estudos que visam a fiscalização de possíveis adulterantes, químicos e microbiológicos, para garantir a idoneidade do produto e sua segurança para consumo.

### Palavras-chave:

abelha, microbiologia, análises químicas.

## MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL QUALITY OF HONEY (*Apis mellifera*) UNDER DIFFERENT THERMAL TREATMENTS

### Abstract:

The aim of this study was to evaluate different heat treatments on the microbiological and chemical quality of the honey (*Apis mellifera*). The honey was collected from the experimental apiary of the Federal University of Mato Grosso (UFMT) - Campus Araguaia in Barra do Garças-MT and commercial honey produced in the city of Iporá-GO. The honeys were subjected to heat treatment in binomial 45 °C for 10 , 30 and 50 minutes and 60°C for 10, 30 s and 50 minutes. It was performed assessment for the microbiological quality as the presence Coliform at 35 °C, thermotolerant coliforms, fungi, yeast and *Salmonella* sp.; chemical

<sup>1</sup> Doutorado em Genética e Melhoramento. Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário do Araguaia (CUA). E-mail: glaucovo@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos. Friboi. E-mail: thaishgabrielly94@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário do Araguaia(CUA). E-mail keilyam@yahoo.com.br

analysis with quantitation of ash, water-insoluble solids, acidity, hydroxymethylfurfural (HMF), moisture, reducing sugar, pH, Lugol reaction. The samples showed low counts of coliforms at 35 °C, thermotolerant coliforms, filamentous fungi, yeasts and absence of *Salmonella* sp.; meeting the relevant legislation. According to the chemical results honey coming from the experimental apiary of the UFMT -University Campus Araguaia and commercial honey produced in the city of Iporá-GO showed compliance with the contents of ash, acidity, moisture, reducing sugar, pH and Lugol reaction. As the solids insoluble in water and HMF showed values above the legislation. From the note it is results that honey was little influence with the applied dichotomies, the discontinuities presented do not refer only to the heat treatment, may happen by improper handling in processing and even in production. It is necessary studies aimed at monitoring possible adulterants, chemical and microbiological to ensure the trustworthiness of the product and its safety for consumption.

**Keywords:**

honey, microbiology, chemical analysis.

**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 colmeia (BRASIL, 2000).

A apicultura, que é a criação de abelhas para fins de produção tanto de mel e outros produtos apícolas, vem crescendo gradativamente no âmbito nacional, havendo, desta forma, a necessidade de controle e a fiscalização no cumprimento de normas de higiene indispensáveis para a produção e comercialização adequada do mel. Alguns produtos apícolas comercializados podem apresentar contaminação microbiológica e alterações físico-químicas. Além disso, por possuir grande importância no mercado de produtos naturais, é extremamente necessária a identificação de falhas de manejo e beneficiamento, com o intuito de aumentar sua durabilidade e manutenção da qualidade original (LIEVEN et al., 2009).

O mel é um importante complemento à alimentação humana, pois, além do alto valor energético, é um alimento rico em substâncias benéficas ao equilíbrio de nosso organismo, tais como vitaminas, minerais, aminoácidos, além de conhecidas propriedades medicinais, como atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, cicatrizante e antioxidante (GONÇALVES et al., 2005). Também fazem parte do mel, uma grande variedade de constituintes químicos conhecidos pelas propriedades antioxidantes, que incluem os ácidos fenólicos e os flavonoides (SILVA et al., 2013; NAYIK et al., 2018).

Conforme descrição do *Codex Standard For Honey* (CAC, 2001), o mel é constituído de diferentes açúcares, predominando os monossacarídeos glicose e frutose. Apresenta também teores de proteínas, vitaminas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, água, pólen, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos, além de pequenas concentrações de fungos, algas, leveduras e outras partículas sólidas resultantes do processo de obtenção do mel. A coloração do mel varia de quase transparente a castanho escuro.

A hipótese de que este produto possua propriedades terapêuticas tem contribuído para que seja utilizado como agente de terapia natural, devido às suas ações antibacteriana, antibiótica, anticárie, anti-inflamatória, antimicrobiana, bioestimulante, depurativa, emoliente, energética, imunoestimulante e cicatrizante (AL et al., 2009; BEKERS et al., 2004; HORIE et al., 2004; MOTHERSHAW et al., 2004; WAILI-AL, 2004, MENDONÇA et al., 2014).

É comum encontrar variações na sua composição física e química, tendo em vista que vários fatores interferem na sua qualidade, tais como condições climáticas, estágio de maturação, espécies de abelhas e tipo de florada (PÉREZ et al., 2007), como também o processamento e o armazenamento deste produto (AZEREDO et al., 2003).

Quando comparado com outros produtos de origem animal, o mel produzido por *Apis mellifera* apresenta um baixo número e menor variedade de micro-organismos, porém não é um alimento estéril, estando suscetível a contaminações. Esta contaminação pode estar associada à veiculação de micro-organismos pelas próprias abelhas melíferas, ao seu beneficiamento ou manipulação inadequada, além de más condições de armazenamento e acondicionamento (SILVA et. al., 2004).

Em um estudo onde avaliou-se o intestino de abelhas, foi possível encontrar cerca de 1% de leveduras, 29% de bactérias gram positivas, incluindo espécies de *Bacillus*, *Bacterium*, *Streptococcus* e *Clostridium* e 70% de gram negativas das espécies *Achromobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia coli*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Proteus* e *Pseudomonas* (TYSSET et al., 1970). Pesquisa realizada em amostras de abelhas, cera, mel dos favos, mel centrifugado e grãos de pólen, revelaram a presença de *Clostridium botulinum* em toda a colônia, sendo que a cera de abelha e o mel dos favos são os produtos mais contaminados (MEDEIROS; SOUZA, 2015). O botulismo infantil, também conhecido como botulismo de lactentes, ocorre em crianças muito jovens devido à absorção de toxina produzida in vivo, no intestino da criança. A ausência da microbiota de proteção permite a germinação de esporos de *Clostridium botulinum* ingeridos e a produção de toxina na luz

intestinal. A doença está normalmente associada ao consumo de mel contaminado (CERESER et al. 2008).

Uma forma de reduzir a contaminação do mel por micro-organismos seria a aplicação de tratamento térmico. Mas vale ressaltar que tratamento térmico aplicado ao mel pode destruir vitaminas e bionutrientes presentes, assim como diminuir a atividade diastásica e aumentar o conteúdo de hidroximetilfurfural (HMF); dois parâmetros considerados importantes para a qualidade do mel (CRANE, 1987).

O mel é um alimento que apresenta pH ácido, umidade e atividade de água baixas, viscosidade elevada, concentração de açúcares e pressão osmótica altas, condições que fazem do mel uma substância pouco favorável ao desenvolvimento bacteriano. Além disso, o mel tem propriedades que inibem ou destroem a maior parte dos micro-organismos. Os micro-organismos que podem estar presentes no mel são os que suportam a concentração elevada de açúcar, acidez e caráter antimicrobiano do mel, principalmente leveduras, fungos e bactérias formadoras de esporos (SNOWDON et al., 1996).

Assim, torna-se importante que o apicultor utilize ferramentas para a diminuição de riscos de contaminação e a manutenção que favoreçam a qualidade do mel produzido no Brasil, como por exemplo, a implantação de BPA (Boas Práticas Apícolas), facilitando a comercialização do mel pelo apicultor e permanência no mercado. A garantia de alimento seguro e, conseqüentemente, a comprovação da sua qualidade é uma condição para comercialização tanto em mercados internos como externos (SENAI, 2009).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabeleceu requisitos para o controle da qualidade do mel através da Instrução normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). Estes requisitos são divididos em: a) características sensoriais (cor, sabor, aroma e consistência); b) características físico-químicas: maturidade (umidade, açúcares redutores); pureza (sólidos insolúveis em água, cinzas, grão de pólen); deterioração (fermentação, acidez, hidroximetilfurfural) e c) acondicionamento.

A substância denominada hidroximetilfurfural (HMF) normalmente está presente no mel e é formada pela reação de certos açúcares em presença de ácidos. O seu conteúdo pode aumentar com a elevação da temperatura, com armazenamento do mel, adição de açúcar invertido, podendo ser afetado pela acidez, pH, água e minerais (SALINAS et al., 1991; SEEMANN et al., 1998; WHITE JÚNIOR, 1976). A determinação do seu teor em amostras de mel tem como objetivo verificar a adulteração do produto com açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005),

sendo um indicativo de qualidade muito importante, não estando relacionado com a origem floral ou geográfica do mel (SODRÉ et al., 2011; WHITE JÚNIOR, 1993).

De acordo com Camargo et al. (2006) a concentração de HMF no mel pode aumentar de modo exponencial, se este for exposto a altas temperaturas, pelo aquecimento direto ou pelo tempo de armazenamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos diferentes tratamentos térmicos sobre a qualidade microbiológica e química do mel.

## **Material e Métodos**

### **Tratamento térmico**

O tratamento térmico das amostras de mel (*Apis mellifera*) coletado no apiário experimental da UFMT e mel comercial produzido na cidade de Iporá-GO foram realizados no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Campus Universitário do Araguaia localizado na Universidade Federal de Mato Grosso em Barra do Garças - MT. As amostras foram colocadas em frascos de vidro devidamente esterilizados e em seguida foram submetidas ao tratamento térmico nos binômios de 45°C por 10, 30 e 50 minutos, e 60°C por 10, 30 e 50 minutos, em um banho-maria sob agitação e com controle de temperatura. Após o tratamento térmico, foram armazenadas em local seco e arejado, longe da luz.

### **Análises microbiológicas**

Após o tratamento térmico, foram realizadas as análises microbiológicas pertinentes, ou seja, determinação quantitativa de bactérias coliformes a 35°C, coliformes termotolerantes, *Salmonella* e contagem de fungos filamentosos e leveduras nas amostras de méis UFMT e comercial conforme as metodologias recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2001).

### **Análises químicas**

Foram realizadas análises químicas de quantificação do teor de cinzas (minerais), sólidos insolúveis em água, acidez, hidroximetilfurfural (HMF), umidade, açúcares redutores, pH e reação de Lugol, em triplicata, conforme recomendações da legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2000) e do Instituto Adolfo Lutz (2008).

## Resultados e Discussão

### Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas do mel de *Apis mellifera* coletados no apiário experimental em Barra do Garças-MT (UFMT) e na cidade de Iporá-GO (comercial) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análises microbiológicas do mel de *Apis mellifera* coletados em Barra do Garças-MT (UFMT) e Iporá-GO (Comercial) submetido à diferentes tratamentos térmicos

Tratamento	Origem	Coliformes a 35°C NMP.g <sup>-1</sup>	Coliformes termotolerantes NMP.g <sup>-1</sup>	Fungos e leveduras UFC.g <sup>-1</sup>	<i>Salmonella</i> (em 25g)
A	UFMT	<3	<3	2,5 x 10 <sup>1</sup>	Ausência
	Comercial	<3	<3	<10 est.	Ausência
B	UFMT	<3	<3	<10 est.	Ausência
	Comercial	<3	<3	1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausência
C	UFMT	<3	<3	<10 est.	Ausência
	Comercial	<3	<3	<10 est.	Ausência
D	UFMT	<3	<3	<10 est.	Ausência
	Comercial	<3	<3	<10 est.	Ausência
E	UFMT	<3	<3	<10 est.	Ausência
	Comercial	<3	<3	<10 est.	Ausência
F	UFMT	<3	<3	<10 est.	Ausência
	Comercial	<3	<3	<10 est.	Ausência
MSTT	UFMT	<3	<3	5,5 x 10 <sup>1</sup>	Ausência
	Comercial	<3	<3	4,5 x 10 <sup>1</sup>	Ausência

A- Mel à 45°C por 10 minutos; B – Mel à 45°C por 30 minutos; C – Mel à 45°C por 50 minutos; D – Mel à 60°C por 10 minutos; E – Mel à 60°C por 30 minutos; F – Mel à 60°C por 50 minutos; MSTT- Mel sem tratamento térmico.

A atual legislação brasileira para mel (BRASIL, 2000) não contempla as características microbiológicas aceitáveis do mel. Estes conceitos precisam ser revistos, principalmente por se tratar de um produto consumido por crianças, idosos, gestantes e doentes (TCHOUMBOUE et al., 2007). Os únicos valores de referência estabelecidos pela

RDC nº 12 (BRASIL, 2001) são para verificação da presença de coliformes termotolerantes e *Salmonellasp*. A contagem de fungos e leveduras é certificada pela Portaria nº 367 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997).

Todas as amostras de méis apresentaram baixa contagem microbiana de coliformes a 35°C e termotolerantes, estando dentro do padrão recomendado de  $10^2$ NMP.g<sup>-1</sup>(BRASIL, 2001). Foi observada também que todas as amostras apresentaram contagens de fungos e leveduras dentro do recomendado, onde a recomendação é que a contagem de fungos e leveduras esteja em concentração que não exceda a  $1,0 \times 10^2$ UFC.g<sup>-1</sup>, indicando assim boa qualidade higiênico-sanitária(BRASIL, 1997). Não foi detectada a presença de *Salmonellasp*. em nenhuma amostra de mel, atendendo assim à recomendação. Santos et al. (2011) e Schlabitz, Silva e Souza (2010)também não verificaram a presença deste micro-organismo em méis de *Apis mellifera*.

Os resultados das análises microbiológicas comprovam que houve condições adequadas de higiene ao longo do processamento do mel e que o produto possui qualidade higiênico-sanitária satisfatória. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2008), Schlabitz, Silva e Souza (2010), Lieven et al. (2009) e Santos et al. (2011), que também não detectaram bactérias do grupo coliformes em méis de abelhas melíferas provenientes de diversas cidades brasileiras.

### **Análises químicas**

O Brasil possui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000) que visa estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel destinado ao consumo humano direto.

Os resultados das análises químicas do mel coletado no apiário experimental da UFMT (mel UFMT) e a da amostra de mel produzido na cidade de Iporá-GO (mel comercial) são apresentados a seguir. Cada amostra possui parâmetro de tratamento (tratamento A, 45°C por 10 minutos; tratamento B, 45°C por 30 minutos; tratamento C, 45°C por 50 minutos; tratamento D, 60°C por 10 minutos; tratamento E, 60°C por 30 minutos e tratamento F, 60°C por 50 minutos).

### **Teor de cinzas (minerais)**

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos no teor de cinzas (minerais), sólidos insolúveis, hidroximetilfurfural, umidade, teor de açúcares e pH das amostras de méiscoletados no apiário experimental em Barra do Garças-MT(UFMT) e na cidade de Iporá-GO (Comercial), ambas as amostras foram submetidas à diferentes tratamentos térmicos.

O teor de cinzas encontrado no mel coletado no apiário experimental da UFMT variou de 0,09 à 0,19%, já o teor de cinzas do mel produzido na cidade de Iporá-GO variou de 0,11 à 0,12%. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece um limite máximo de 0,6 g/100 g (0,6%), portanto ambas amostras estão de acordo com a legislação vigente.



Tabela 2. Análise do teor de cinzas (minerais), sólidos insolúveis, acidez, hidroximetilfurfural, umidade, teor de açúcares redutores, pH e reação de Lugol dos méis de *Apismellifera* coletados em Barra do Garças-MT (UFMT) e Iporá-GO (Comercial) submetido à diferentes tratamentos térmicos

Componente	Origem	MSTT	Tratamento						Legislação
			45 °C			60 °C			
			10 min	30 min	50 min	10 min	30 min	50 min	
Cinzas (%)	UFMT	NA	0,19	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	<0,6%
	Comercial	NA	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	
Sólidos insolúveis (%)	UFMT	NA	0,20	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	<0,1%
	Comercial	NA	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
Acidez	UFMT	44,62	45,61	46,91	48,21	45,36	45,80	46,20	<50 mEq/kg
	Comercial	26,12	26,43	28,43	29,82	26,25	27,84	28,43	
hidroximetilfurfural	UFMT	20,50	17,71	20,96	23,48	23,93	22,54	23,79	<60 mg/kg
	Comercial	60,30	61,34	62,92	56,54	71,95	78,63	74,76	
Umidade	UFMT	16,00	17,40	17,13	17,06	17,60	17,20	17,00	<20%
	Comercial	16,45	16,73	16,60	16,60	16,33	16,13	16,06	
Teor de açúcares redutores	UFMT	NA	72,54	74,58	76,96	78,74	78,85	79,47	>65%
	Comercial	NA	68,25	69,78	69,85	72,36	72,69	72,88	
pH	UFMT	3,90	3,82	3,77	3,74	3,75	3,74	3,72	-
	Comercial	3,70	3,83	3,81	3,79	3,70	3,69	3,69	
Reação de Lugol	UFMT	-	-	-	-	-	-	-	-
	Comercial	-	-	-	-	-	-	-	

MSTT- Mel sem tratamento térmico; NA- não se aplica.

Por meio da análise de cinzas é possível determinar algumas irregularidades no mel, como por exemplo, a falta de higiene e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor (VILHENA e ALMEIDA-MURADIAN, 1999). O teor de cinzas também expressa a riqueza do mel em minerais e constitui-se num parâmetro bastante utilizado nas determinações que visam verificar sua qualidade. O baixo conteúdo de cinzas pode ser característico de méis florais, e a ampla faixa de valores para cinzas pode indicar ainda não uniformidade nas técnicas de manejo e/ou colheita por parte dos produtores (FINOLA, LASANGNO e MARIOLI, 2007).

A quantidade de sólidos insolúveis para o mel coletado no apiário experimental da UFMT variou de 0,20 à 0,21%, sendo que em todos os parâmetros de tratamento térmico utilizados, as amostras encontraram-se acima do permitido pela legislação, que estabelece um limite máximo de 0,1g/100g ou (0,1%) de sólidos insolúveis em água (BRASIL, 2000). Para a amostra de mel produzido na cidade de Iporá-GO os valores obtidos foram de 0,09%, estando dentro do recomendado na legislação brasileira vigente.

Segundo Andrade (2016), a quantidade de sólidos insolúveis é indicativa do grau de pureza, auxiliando a identificar resíduo de favos e detritos da própria colmeia. Os sólidos insolúveis podem corresponder também a resíduos de cera, patas e asas das abelhas, além de outros elementos inerentes do mel ou do processamento que este sofreu. Esses resíduos poderiam ser removidos utilizando-se uma peneira de malha mais fina que a utilizada. Isso indica uma falha no processo de beneficiamento do mel, o que poderia ser percebido pelo consumidor, causando assim uma possível rejeição em consumi-lo.

Para a acidez total do mel, a legislação brasileira define o limite máximo de 50 mEq/kg (BRASIL, 2000). Portanto, as duas amostras de méis (Tabela 2) encontraram-se dentro do máximo permitido pela legislação.

A acidez do mel é decorrente da presença de ácidos orgânicos, das diferentes fontes de néctar, da ação de enzima glicose oxidase, que gera ácido glucônico, da ação de bactérias durante o amadurecimento do mel, e até mesmo da quantidade de minerais encontradas no mel (PONTARA et al., 2012). Assim, acidez é um parâmetro que auxilia na avaliação do nível de deterioração do mel, e também contribui para minimizar o crescimento bacteriano no produto e realçar o sabor do mesmo.

O limite máximo estabelecido pela legislação brasileira para HMF em méis é de 60 mg/kg (BRASIL, 2000).

A amostra de mel coletado no apiário experimental da UFMT apresentou valores abaixo do máximo permitido pela legislação, em todos os tratamentos. O HMF é utilizado como indicador de qualidade, uma vez que tem origem na degradação de enzimas presentes nos méis e apenas uma pequena quantidade de enzima é encontrada em méis maduros e recém-colhidos (TERRAB et al., 2001), enquanto que valores mais elevados podem indicar alterações provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente e/ou superaquecimento ou adulterações provocadas pela adição de açúcar (AZEREDO, AZEREDO e DUTRA, 2003).

A amostra do mel produzido na cidade de Iporá-GO (mel comercial) apresentou valores acima da legislação, exceto no tratamento à 45°C por 50 minutos (Tabela 2).

O hidroximetilfurfural (HMF) é formado pela reação de desidratação das hexoses em presença de ácidos (BELITZ e GROSCH, 2012). Geralmente está ausente em méis recém-colhidos e sua concentração tende a crescer com o tempo (FINOLA, LASANGNO e MARIOLI, 2007), sendo assim um importante indicador de qualidade do mel (SPANNO et al., 2006). A análise do teor de HMF em alimentos tem recebido atenção, visto que esse composto e seus derivados, 5-clorometilfurfural e 5-sulfoximetilfurfural, apresentam atividade citotóxica, genotóxica, mutagênica e carcinogênica (SILVA et al., 2008).

O nível de HMF pode se elevar devido ao aquecimento ou armazenamento inadequado em tempo/condições (CORINGA et al., 2010). Sua concentração pode aumentar de modo exponencial, se o mel for exposto a altas temperaturas, pelo aquecimento direto ou pelo tempo de armazenamento (CAMARGO et al., 2006). Além disso, o conteúdo de HMF no mel também pode ser afetado pela acidez, pH, conteúdo de água e minerais (WHITE JÚNIOR, 1979).

Louise et al. (2009) argumentam que ainda não está definida se a exposição humana ao HMF representa um risco potencial à saúde, porém, ressaltam os seguintes pontos para discussão sobre o assunto: em concentrações elevadas é citotóxico, causa irritação nos olhos, no trato respiratório superior, na pele, nas mucosas e nas membranas.

Uma outra importância da avaliação do HMF é que as adulterações no mel podem ser realizadas empregando xarope de milho, de beterraba e também pelo xarope invertido, que é obtido por hidrólise ácida do xarope de milho que contém altos teores de hidroximetilfurfural, sendo que esse tipo de adulteração poderá ser confirmada através da reação de Lugol (BERTOLDI, GONZAGA e REIS, 2004).

O teor de umidade encontrado no mel UFMT variou de 17 à 17,6%, já o teor do mel comercial variou de 16,06 à 16,73% nos tratamentos aos quais foram submetidos (Tabela 2). As amostras encontravam-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, apesar de passarem por tratamento térmico, que estabelece que o mel para ser comercializado no Brasil deve ter umidade máxima de 20% (BRASIL, 2000). A partir dos resultados obtidos nota-se que o tratamento térmico utilizado não influenciou negativamente a umidade no mel, deixando-o dentro do padrão estabelecido.

Rodríguez et al. (2004) mencionaram que a umidade do mel é influenciada pela origem botânica, por condições climáticas, pela época de colheita e pelo grau de maturação do mel, sendo um parâmetro de grande importância durante o armazenamento do produto.

Em relação ao teor de açúcares redutores, todas as amostras de méis analisadas apresentaram mais de 65%, que é o mínimo estabelecido por legislação para méis florais (BRASIL, 2000).

Para Abadio Finco, Moura e Silva (2010), elevadas concentrações de diferentes tipos de açúcar são responsáveis pelas diversas propriedades físicas e químicas do mel, tais como: viscosidade, densidade, higroscopicidade, capacidade de granulação. De acordo com Mendonça et al. (2008), valores de açúcares redutores abaixo de 65% podem indicar um mel não amadurecido para colheita.

O pH é influenciado pelo pH do néctar, solo ou associação de vegetais para a composição do mel, sendo que substâncias presentes na mandíbula das abelhas e acrescidas durante o transporte até a colmeia podem alterar este fator. O valor do pH do mel é importante, pois influencia na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (HMF) (CRANE, 1987).

Em todos os tratamentos térmicos utilizados, as amostras encontram-se dentro do limite estabelecido para o mel, que é um pH inferior a 4 (VENTURINI, SARCINELLI e SILVA, 2007). Não há indicação dos valores de pH na legislação brasileira, porém essa medida é considerada importante por ser uma variável auxiliar na avaliação de qualidade, podendo indicar processos fermentativos ou adulterações no produto e consequentemente, o estado de conservação do mel (WELKE et al., 2008).

Após a adição da solução de Lugol, os tratamentos de ambas as amostras não apresentaram alteração de cor (Tabela 2). A reação de Lugol deve apresentar resultado negativo (-), sem alteração de cor. Quando ocorrer alteração de coloração, resultado

considerado positivo (+) é caracterizado um produto fraudado ou que não é mel (SCHLABITZ, SILVA e SOUZA, 2010).

Quando amido ou dextrinas são adicionados ao mel com fins fraudulentos, a reação de Lugol identifica a fraude apresentando um composto de coloração que pode variar do vermelho violeta ao azul (CORINGA et al., 2010).

### **Considerações finais**

Conclui-se que o mel de *Apismellifera* quando submetido ao tratamento térmico apresentou resultados microbiológicos dentro dos valores recomendados pela legislação.

No geral, os tratamentos térmicos apresentaram pouca influência nos resultados das análises microbiológicas e químicas. As inconformidades verificadas podem ser decorrentes de possíveis adulterações ou contaminações durante o processo de extração do mel até sua embalagem.

### **Referências**

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

AL, L.M.; DANIELA, D.; MOISEA, A.; BOBISA, O.; LASLOA, L.; BOGDANOV, S. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. **Food Chemistry**, v.112, n.4, p.863-867, 2009.

ANDRADE, E.C.B. **Análise de alimentos, uma visão química da nutrição**. 4ª ed. São Paulo: Ed. Varela, 338p. 2016.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3.ed. Washington, DC, 2001. 914p.

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

BEKERS, M.; MARAUSKA, M.; GRUBE, M.; KARKLINA, D.; DUMA, M. New prebiotics for functional food. **Acta-Alimentaria**, v.33, n.1, p.31-37, 2004.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 4. Ed. Zaragoza: Ed. Acribia, 938p. 2012.

BERTOLDI, F.C.; GONZAGA, L.; REIS, V.D.A.D. Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apismellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-

campo (*Hyptiscrenata*), produzido no Pantanal. In: **IV Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**, 2004Corumbá, MS. *Anais...*2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 367, de 04 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 04 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 11 de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de outubro de 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n°12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 de dezembro de 2000.

CAC - CODEX STANDARD FOR HONEY. **Revised Codex Standard for Honey 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001)**. Disponível em: <<http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>>. Acesso em: Agosto de 2018.

CAMARGO, R.C.R.; PEREIRA, F.M.; LOPES, M.T.R.; WOLFF, L.F. **Mel: características e propriedades**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

CERESER, N.D.; COSTA, F.M.R.; JÚNIOR, O.D.R.; SILVA, D.A.R.; SPEROTTO, V.R. Botulismo de origem alimentar. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.280-287, 2008.

CORINGA, E.A.O.; RODRIGUES, C.; KONDO, D.B.; SANTOS, M.R.E.; BENEVIDES, A. Avaliação da qualidade físico-química de méis produzidos no estado do Mato Grosso. In: **8º Congresso Brasileiro de Apicultura e 4º Congresso Brasileiro de Meliponicultura**, 2010, Cuiabá-MT, *Anais...*2010.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do Mel**. 2ª ed., São Paulo: Nobel, 1987.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E.M.S.; BESERRA, E.M.F.; RODRIGUES, M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apismellifera* e *Meliponascutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1166-1171, 2005.

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

GONÇALVES, L.A.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Atividade antimicrobiana do mel da abelha nativa sem ferrão *Nannotrigonatestaceicornis* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.4, p.455-459, 2005.

HORIE, M.; SAITO, H.; NATORI, T.; NAGATA, J; NAKAZAWA, H. Determination of streptomycin and dihydrostreptomycin in honey by liquid chromatography-electrospray mass

spectrometry. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v.27, n.5, p.863-874, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed., São Paulo, 2008. 1002p.

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

LOUISE, J.K.; DURLING, L.F.B.; BJÖRN, E.H. Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. **Food and Chemical Toxicology**, v.47, n.4, p.880-884, 2009.

MEDEIROS, F.D.C.; SOUZA, M.F.F. Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de Boas Práticas Apícolas. **Atas de Ciências da Saúde**, v.3, n. 4, p. 1-22, 2015.

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

MOTHERSHAW, A.S.; JAFFER, T. Antimicrobial activity of foods with different physico-chemical characteristics. **International Journal of Food Properties**, v.7, n.3, p.629-638, 2004.

NAYIK, G.A.; SUHAG, Y.; MAJID, I.; NANDA, V. Discrimination of high-altitude Indian honey by chemometric approach according to their antioxidant properties and macro minerals. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**. v.17, n.2, p. 200-207, 2018.

PÉREZ, R.A.; IGLESIAS, M.T.; PUEYO, E.; GONZÁLEZ, M.; DE LORENZO, C. Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.2, p.360-365, 2007.

PONTARA, L.P.M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D.M.; KWIATKOWSKI, A.; ROSA, C.I.L.F.; SAIA, V.E. Physicochemical and microbiological characterization of cassava flower honey samples produced by africanized honeybees. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.3, p.547-552, 2012.

RODRÍGUEZ, G.O.; FERRER, B.S.; FERRER, A.; RODRÍGUEZ, B. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v.84, n.4, p.499-502, 2004.

SALINAS, F.; ESOINOSA-MANSILLA, A.; BERZAS-VEVADO, J.J. Flow-injection determination of HMF in honey by Winkler method. **Fresenius Journal of Analytical Chemistry**, v.340, n.4, p.250-252, 1991.

SANTOS, D.C.; OLIVEIRA, E.N.A.; MARTINS, J.N.; ALBUQUERQUE, E.M.B.; Qualidade físico-química e microbiológica do mel de *Apis mellifera* comercializado na cidade de Russas, CE. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.5, n.1, p.41-45, 2011.

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

SEBRAE. **Apicultura: uma oportunidade de negócio sustentável** /Marco Antonio Dantas de Almeida; Corália Maria Sobral Carvalho. Salvador: SebraeBahia, 2009.

SEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1998. 202p.

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.

SILVA, M.B.L.; CHAVES, J.B.P.; MESSAGE, D.; GOMES, J.C.; GONÇALVES, M.M.; OLIVEIRA, G.L. Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal no estado de Minas Gerais. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p.417-420, 2008.

SILVA, T.M.S.; SANTOS, F.P.; RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.M.S.; SILVA, G.S.; NOVAES, J.S.; SANTOS, F.A.R.; CAMARA, C.A. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. **Journal of Food Composition and Analysis** v. 29, nº 1, p.10-18, 2013.

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

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. ; MORETI, A.C.C. ; OTSUK, I.P.; CARVALHO, C.A.L. Physico-chemical characteristics of honey produced by *Apis mellifera* in the Picos region, state of Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1837-1843, 2011.

SPANO, N.; CASULAA, L.; PANZANELLA, A.; PILOA, M.I.; PIUA, P.C.; SCANUA, R.; TAPPAROB, A.; SANNAA, G. An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey. The case of strawberry tree honey. **Talanta**, v.68, n.4, p.1390-1395, 2006.

TCHOUMBOUE, J.; JULIUS, A.; 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.

TERRAB, A.; VEGA-PÉREZ, M.J.; DÍEZ, M.J.; HEREDIA, F.J. Characterization of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.179-185, 2001.

TYSSET, C.; DURAND, C.; TALIERGIO, Y.P. Contribution to the study of the microbial contamination and the hygiene of commercial honey. **Journal of Medicine Veterinary**, v. 146, p. 1471-1492, 1970.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. Características do Mel. **Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES**, 2007.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Análises físico-químicas de méis de São Paulo. **MensagemDoce**, v.53, p.17-19, 1999.

WAILI-AL, N.S. Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in health, diabetic, and hypelipidemic subjects: comparison with dextrose and sucrose. **Journalof Medicinal Food**, v.7, n.1, p.100-107, 2004.

WELKE, J.; REGINATTO, S; FERREIRA, D; VICENZI, R; SOARES, J.M. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v.8, n.6, p.1737-1741, 2008.

WHITE JÚNIOR, J.R. Honey. In: **The hive and honeybee**. Hamilton: Dadant& Sons, 1976. p.491-530.

WHITE JÚNIOR, J.W. Honey. **The hive and the honey bee**. In: GRAHAN, J.M. Illinois: Dadant & Sons, Cap.21, 1993. p.871-925.