

# Qualidade dos méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e jataí (*Tetragonisca angustula*) comercializado na microrregião de Francisco Beltrão – PR

## Quality of honeys from honey bee (*Apis mellifera*) and jataí (*Tetragonisca angustula*) marketed in the micro-region of Francisco Beltrão – PR

Franciele Braghini<sup>1</sup>, Elisa Chiapetti<sup>2</sup>, José Francisco S. Júnior<sup>1</sup>, João P.F. Mileski<sup>2</sup>, Débora F. de Oliveira<sup>3</sup>, Silvane Morés<sup>2</sup>, Alexandre R. Coelho<sup>4</sup> e Ivane B. Tonial<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – Santa Catarina, Brasil;

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Francisco Beltrão. Francisco Beltrão-Paraná, Brasil;

<sup>3</sup> Universidade Federal de Rondônia. Ariquemes – Rondônia, Brasil;

<sup>4</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina. Londrina – Paraná, Brasil.

(\*E-mail: [ivane@utfpr.edu.br](mailto:ivane@utfpr.edu.br))

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16039>

Recebido/received: 2016.03.21

Recebido em versão revista/received in revised form: 2016.05.17

Aceite/accepted: 2016.06.01

### RESUMO

O mel é uma solução sobressaturada de açúcares. Trata-se de uma substância de origem animal que é produzida por abelhas melíferas a partir do néctar de flores. O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade dos méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e Jataí (*Tetragonisca angustula*) e verificar a presença de sujidades e adulterações, além de fazer uma breve comparação entre os dois tipos de méis. Para isso doze amostras de méis (seis de abelha Jataí e seis de abelhas Africanizadas) foram adquiridas do comércio na microrregião de Francisco Beltrão – PR. As amostras foram submetidas às avaliações dos parâmetros físico-químicos, avaliações de adulteração, de sujidades e matérias estranhas. Os resultados físico-químicos comprovaram diferenças para os parâmetros de humidade, cinzas e HMF para os méis de abelhas Jataí e Africanizadas. As análises para verificação de adulteração revelaram resultados negativos para o aquecimento, armazenamento prolongado, adição de amido e dextrinas em ambos os tipos de méis, indicando boa qualidade dos produtos consumidos pela população.

**Palavras-chave:** Adulteração, *Apis mellifera*, Características físico-químicas, Mel, *Tetragonisca angustula*.

### ABSTRACT:

Honey is a supersaturated sugar solution. It is a substance of animal origin, produced by honeybees from the nectar of flowers. This study aimed to evaluate the quality of the honeys of Africanized bees (*Apis mellifera*) and Jataí (*Tetragonisca angustula*) and check for dirt and tampering, in addition to a brief comparison between the two types of honey. For this, twelve honey samples (six each from Jataí and from Africanized bees) were collected in of Francisco Beltrão – PR micro-region. The samples were subjected to assessments of the physical and chemical parameters, tampering, dirt and foreign matter assessments. The physicochemical results showed differences in the parameters of moisture, ash and HMF between the Jataí and Africanized bees honeys. Analyses for tampering verification revealed negative results for heating, prolonged storage, the addition of starch and dextrins in both types of honey, indicating a good quality of the product consumed by the population.

**Keywords:** Adulteration, *Apis mellifera*, Honey, Physical and chemical characteristics, *Tetragonisca angustula*.

## INTRODUÇÃO

O mel é uma mistura de substâncias, de origem animal, produzida por abelhas melíferas a partir do néctar de flores, ou secretados de partes vivas das plantas ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas, os quais as abelhas recolhem, transformam, combinam e maturam nos favos das colmeias (Rodríguez *et al.*, 2012) e por consequência a composição do mel pode variar imensamente.

O mel pode também ser definido como uma solução sobressaturada de açúcares, como a frutose e a glicose (85–95%) (Rodríguez *et al.*, 2012), contendo ainda outros carbo-hidratos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, vitaminas, flavonoides, minerais, pigmentos e grãos de pólen (Li *et al.*, 2012).

Conhecido desde a antiguidade, o mel sempre atraiu a atenção do homem devido à sua doçura, sabor e cor, sendo uma das primeiras fontes de açúcar e ainda hoje é utilizado como um substituto deste (Pohl, 2009). Além de ser consumido como um edulcorante e como um alimento energético, o mel também é conhecido por ser rico em antioxidantes naturais, como os flavonoides e outros compostos fenólicos, e por suas potenciais propriedades terapêuticas (Rodríguez *et al.*, 2012; Yucel e Sultanoglu, 2013).

Atualmente, a sociedade deseja alternativas alimentares mais saudáveis e, por isso, a procura e consumo de produtos naturais vêm crescendo. Dentre estes produtos, está o mel que podem ser proveniente de abelhas africanizadas e também de abelhas sem ferrão (Jataí). Para o consumo, o mel exige cuidados, principalmente quando se trata de adulterações. A adulteração consiste, geralmente, na incorporação de açúcares e xaropes de açúcares (Kropf *et al.*, 2010), o que é considerado uma técnica fraudulenta que visa à redução do custo.

Como o mel apresenta muitas variações em sua composição, a determinação da sua autenticidade torna-se uma tarefa difícil (Sanz *et al.*, 2003). A qualidade do mel é definida por suas características sensoriais e físico-químicas, as quais variam de acordo com sua origem botânica e geográfica (Bertoncelj *et al.*, 2011).

Para auxiliar na caracterização do mel e, por consequência, no controle de sua adulteração, critérios foram estabelecidos pelo *Codex Alimentarius* e também pela Instrução Normativa nº 11/2000. Estes órgãos estabelecem alguns parâmetros físico-químicos de análise, tais como a umidade, a cor, a condutividade elétrica, rotação óptica, teor de sacarose, pH, pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas, pólen) e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural), dentre outros (Brasil, 2000; CAC, 2001).

De acordo com Villas-Bôas (2012), os meliponíneos (abelhas sem ferrão) são animais silvestres, nativos do território brasileiro e, como muitos outros animais, possuem legislação específica que orienta o seu manejo (resolução CONAMA nº 346/2004; Brasil, 2004).

As abelhas sem ferrão fornecem um produto diferenciado do mel de *Apis mellifera* em termos de composição e quantidade, no entanto, existe a procura deste produto pelos consumidores (Oliveira e Santos, 2011). Dentre as características atribuídas ao mel das abelhas nativas (sem ferrão), a elevada taxa de umidade é uma das principais, cujos valores podem variar de 20% (CAC, 2001) a 25% – 35% da composição (Villas-Bôas, 2012), o que o torna menos denso quando comparado ao mel de abelhas africanizadas mais suscetíveis a degradação (Oliveira e Santos, 2011; Villas-Bôas, 2012).

Os parâmetros de análises estabelecidos na legislação brasileira pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (Brasil, 2000), faz inferência somente a mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), demandando, neste sentido, maiores estudos no que diz respeito à caracterização do mel de abelha Jataí, bem como da sua comparação com o mel de abelhas africanizadas.

Diante do exposto o presente estudo objetivou caracterizar por meio de parâmetros físico-químicos, o mel de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) e comparar com as características do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) além de identificar possíveis falsificações e sujidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Amostragem*

Foram adquiridas do comércio da microrregião do Município de Francisco Beltrão, sudoeste do Paraná, doze amostras de méis de abelhas africanizadas e mel de abelhas jataí (sem ferrão) produzidos por apicultores da região. Duas coletas foram realizadas num intervalo de aproximadamente 60 dias, sendo a primeira no mês de setembro e a segunda no mês de novembro de 2014. Em cada coleta foram adquiridas três amostras de cada tipo de mel. As amostras foram transportadas até o complexo de laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Francisco Beltrão, em embalagens originais acondicionadas em caixas isotérmicas. Após aquisição e transporte, as amostras foram mantidas sob refrigeração até realização das análises que foram triplicadas e se deu no tempo máximo de 30 dias após a coleta.

### *Análises físico-químicas*

As análises referentes à caracterização físico-química foram realizadas segundo metodologias oficiais, considerando procedimentos analíticos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005), da *Codex Alimentarius Commission* (CAC, 2011), do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e do Ministério da Agricultura e Abastecimento (Brasil, 2000).

A humidade foi determinada, segundo a AOAC (2005), utilizando-se refratômetro de Abbe (BioBrix, modelo 2-WAJ, São Paulo-Brasil), o teor de cinzas foi determinado pela incineração das amostras em mufla (GP Científica, modelo GP2000F, Belo Horizonte- Brasil) a 600°C, até que um peso constante fosse atingido (IAL, 2008); Açúcares redutores, sacarose aparente e sólidos insolúveis foram determinados no mel segundo o método do CAC (2011). A acidez total foi determinada por meio da acidez livre, assim como a determinação de hidroximetilfurfural de acordo com o método da AOAC (2005). A determinação do pH foi realizada de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008).

A determinação da condutividade elétrica foi realizada de acordo com o método apresentado no Boletim Oficial Español (BOE, 1986) com condutímetro digital (Sonambra, modelo SNMCA-150P,

Amparo – Brasil) e o teor de sólidos insolúveis foi determinado gravimetricamente segundo o método do (CAC, 1990).

### *Análises de adulteração*

As análises de adulteração foram baseadas nas reações de Fiehe, Lugol e Lund. A Reação de Fiehe foi realizada segundo método descrito pela Secretaria de Inspeção de Produto Animal (Brasil, 1980), onde na presença de glicose comercial ou de mel sobreaquecido, aparece uma coloração vermelha intensa, indicando fraude. A Reação de Lugol foi realizada segundo método descrito pela Secretaria de Inspeção de Produto Animal (Brasil, 1980), onde na presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar, a solução fica colorida de marrom-avermelhada a azul. A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido, presentes na amostra fraudada. A Reação de Lund foi realizada segundo método do IAL (2008), o método baseia-se na determinação de substâncias albuminoides precipitáveis como o ácido tânico. Determina também se houve adição de água ou outro diluidor no mel. Na presença de mel puro, é formado um precipitado no fundo da proveta no intervalo de 0,6 a 3 mL. Na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou excederá o volume máximo do referido intervalo.

### *Análise microscópica*

A análise microscópica foi realizada com o intuito de verificar a presença de materiais estranhos nos méis comercializados na microrregião do município de Francisco Beltrão-PR. Para execução desta análise utilizou-se o método proposto pelo Laboratório Central de Saúde Pública (Lacen, 1985). A amostra foi diluída em água e, em seguida, centrifugada. A análise do sedimento foi feita entre lâmina e lamínula ao microscópio de microfotografia triocular (Olympus, modelo CBAK, Tóquio-Japão).

### *Análise estatística*

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos aos cálculos de média, desvio padrão, teste de normalidade e Análise de Variância (ANOVA), sendo posteriormente aplicado teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, na comparação das médias, utilizando-se o *software* Statistica 7.0 (Statsoft Inc.).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química dos méis de abelhas africanizadas e Jataí são apresentados no Quadro 1.

Os teores médios de humidade diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre as amostras de méis de abelhas africanizadas e Jataí. Os valores de humidade para o mel de abelhas africanizadas variaram de 16,05 (amostra BF) a 18,40% (amostra CF) e encontra-se de acordo com o limite estabelecido tanto pela legislação brasileira (Brasil, 2000) quanto pelo *Codex Alimentarius* (CAC, 2001) que determina o valor máximo de 20%, o que reflete a uma maturidade considerada adequada das amostras, com desidratação adequada do néctar durante o processo físico de transformação em mel (Oliveira e Santos, 2012). Em trabalhos similares realizados com méis de abelhas africanizadas, Aroucha *et al.* (2008), Bendini e Souza (2008) e Alves *et al.* (2011) encontraram resultados próximos a estes, com valores de 14,25 a 18,55%, 16,5 a 19,2%, e 16,3 a 19,5%, respectivamente.

No entanto para as amostras de mel de abelhas jataí, os resultados obtidos para humidade estão acima do estabelecido pela legislação (Instrução Normativa nº 11/2000 – Regulamento Técnico de

Identidade e Qualidade do Mel), que preconiza teor máximo de 20%, apresentado valores médios entre 25,00% (amostra BJ e CJ) e 25,50% (amostra AJ). Valores de humidade similares (21,7 a 24,8%) aos encontrados neste estudo foram obtidos por Osterkamp (2009) ao caracterizar mel de abelhas Jataí. Além do mel de abelha jataí, o mel de diferentes trigoníneos (Trigonini), espécies de abelhas que não possuem ferrão, também apresentaram elevados percentuais de humidade na avaliação feita por Souza *et al.* (2009), com teores que variaram de 21,0 a 42,1% e por Aroucha (2012) que ao caracterizarem méis de abelhas do gênero *Melipona* verificaram um percentual médio de humidade de 26%. Segundo Oliveira e Santos (2011) e Pérez *et al.* (2007), a origem botânica do mel, as condições climáticas, época da colheita, estágio de maturação e armazenamento, podem alterar a viscosidade, fluidez e conservação do mel (Chaves *et al.*, 2012).

Neste sentido, o mel com valores elevados de humidade, pode acelerar o processo de fermentação devido ao aumento da atividade de água, o que propicia o crescimento de possíveis micro-organismos e deterioração do produto (Mesquita, 2007).

Os teores de cinzas encontrados neste estudo apresentaram variações de 0,04 (amostra AF) a 0,21% (amostra CF) para amostras de mel de abelhas

**Quadro 1** - Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*)

Variáveis	Amostras-Mel de abelhas africanizadas			Amostras-Mel de abelhas jataí		
	AF	BF	CF	AJ	BJ	CJ
Humidade (%)	16,20±0,40 <sup>a</sup>	16,05±0,10 <sup>a</sup>	18,40±0,20 <sup>b</sup>	25,50±0,10 <sup>c</sup>	25,00±0,20 <sup>d</sup>	25,00±0,00 <sup>d</sup>
Cinzas (%)	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,09±0,01 <sup>b</sup>	0,21±0,01 <sup>c</sup>	0,15±0,03 <sup>d</sup>	0,15±0,01 <sup>d</sup>	0,17±0,02 <sup>d</sup>
A.R. <sup>1</sup> (%)	74,13±0,66 <sup>a</sup>	63,94±0,98 <sup>b</sup>	78,22±0,61 <sup>c</sup>	60,53±0,33 <sup>d</sup>	59,31±0,18 <sup>e</sup>	61,78±0,45 <sup>f</sup>
Sacarose (%)	4,14±0,08 <sup>a</sup>	4,90±0,05 <sup>b</sup>	3,51±0,17 <sup>c</sup>	2,40±0,06 <sup>d</sup>	4,35±0,36 <sup>a</sup>	2,12±0,02 <sup>d</sup>
HMF <sup>2</sup> (mg/kg)	21,10±0,54 <sup>a</sup>	19,17±0,96 <sup>b</sup>	20,29±0,75 <sup>a</sup>	0,77±0,02 <sup>c</sup>	1,07±0,01 <sup>c</sup>	0,53±0,01 <sup>c</sup>
Acidez (meq/kg)	37,37±0,04 <sup>ab</sup>	38,11±0,01 <sup>b</sup>	36,67±0,17 <sup>a</sup>	25,66±0,48 <sup>c</sup>	29,31±0,88 <sup>d</sup>	26,78±0,45 <sup>e</sup>
pH	3,99±0,06 <sup>ac</sup>	3,90±0,14 <sup>a</sup>	4,37±0,07 <sup>b</sup>	4,38±0,04 <sup>ab</sup>	4,01±0,05 <sup>c</sup>	4,10±0,03 <sup>c</sup>
C.E. <sup>3</sup> (µS/cm)	151,75±0,61 <sup>a1</sup>	116,08±0,28 <sup>b3</sup>	324,17±0,60 <sup>c</sup>	233,25±1,24 <sup>d</sup>	192,87±0,78 <sup>e</sup>	212,92±1,02 <sup>f</sup>
S. I. <sup>4</sup> (%)	0,16±0,03 <sup>a</sup>	0,28±0,03 <sup>bd</sup>	0,36±0,01 <sup>c</sup>	0,25±0,01 <sup>b</sup>	0,31±0,02 <sup>de</sup>	0,34±0,01 <sup>ce</sup>

AF: Amostra A – mel de abelha africanizada; BF: Amostra B – mel de abelha africanizada; CF: Amostra C – mel de abelha africanizada; AJ: Amostra A – mel de abelha jataí; BJ: Amostra B – mel de abelha jataí; CJ: Amostra C – mel de abelha jataí. <sup>1</sup>Açúcares redutores; <sup>2</sup>Hidroximetilfurfural; <sup>3</sup>Condutividade Elétrica; <sup>4</sup>Sólidos Insolúveis. Os resultados são médias de 6 replicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão. Valores na mesma linha seguidos de letras iguais não diferem entre si ( $p > 0,05$ ). [Análise de variância – ANOVA e teste de Tukey].

africanizadas, com diferenças ( $p < 0,05$ ) entre seus valores, enquanto que os méis de abelhas jataí não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os teores encontrados para as três amostras analisadas, cujos valores foram na ordem de 0,15% (AJ e BJ) e 0,17% (CJ).

Para este parâmetro a legislação (Brasil, 2000) recomenda o teor máximo de 0,6%, o que indica que todas as amostras avaliadas apresentam-se de acordo com a referida legislação, enquanto a *Codex Alimentarius* (CAC, 2001) não faz menção a este parâmetro. Quando se comparam os dois tipos de mel (Africanizadas e Jataí), quanto ao teor de cinzas, verifica-se que estas diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ). Welke *et al.* (2008), Alves *et al.* (2011) e Maia Neto *et al.* (2014) ao avaliarem mel de abelha *Apis mellifera* encontraram valores com variações de 0,05 a 0,4%, 0,04% a 0,26% e 0,02 a 0,15%, respectivamente, valores estes, próximos aos encontrados neste estudo. Evangelista-Rodrigues *et al.* (2005) observaram em mel de abelhas Jataí, valores de cinzas de 0,17%, enquanto que Anacleto *et al.* (2009) obtiveram valores de cinzas que variaram de 0,2% a 0,60% para o mesmo tipo de mel.

O conteúdo de cinzas expressa a riqueza mineral do mel (Araújo, 2014), sendo possível, através desta determinação, identificar falhas no processamento, como falta de higiene e/ou não decantação e filtração do mel ao final da retirada da colmeia pelo apicultor (Evangelista-Rodrigues *et al.*, 2005). Além disso, as variações nos teores de minerais podem estar relacionados, com o tipo de solo no qual a planta (fonte de néctar) está localizada (Lachman *et al.*, 2007).

Os açúcares, segundo Welke *et al.* (2008), representam os maiores constituintes do mel, o que pode ser observado também no presente estudo. Os valores encontrados para açúcares redutores mostraram que todas as amostras de méis (Africanizadas e Jataí) diferiram entre si ( $p < 0,05$ ). Para o mel de abelhas africanizadas obteve-se percentuais entre 63,94% (amostra BF) e 78,22% (amostra CF), enquanto que para o mel de abelhas jataí os resultados variaram de 59,31% (amostra BJ) a 61,78% (amostra CJ).

Segundo a legislação brasileira (Brasil, 2000), o mel deve conter no mínimo 65% de açúcares redutores, sendo assim, todas as amostras de mel de abelhas

jataí (AF; BF e CF) atendem as especificações, enquanto que para as amostras de méis de abelhas africanizadas as amostras AF e CF se enquadram nessa condição. Os resultados obtidos nas amostras de méis *Apis mellifera* são similares aos encontrados por Alves *et al.* (2011) – 66,58% e 79,02%; Aroucha *et al.* (2008) – 66,97% a 75,0% e Richter *et al.* (2011) – 55,83% a 70,21%.

O mel de abelhas Jataí, conforme relatado por Vit *et al.* (2004) e Villas-Boas e Malaspina (2005), deve conter no mínimo 50% de açúcares redutores, o que indica que todas as amostras de méis analisadas (AJ, BJ e CJ) encontram-se em conformidade, considerando que o valor mínimo encontrado foi de 59,31%.

A *Codex Alimentarius* estabelece valores de no máximo 60% para a quantidade de açúcares redutores (glicose e frutose), estando desta forma, apenas as amostra BF abaixo desta especificação.

Estudos (Mesquita *et al.*, 2007; Anacleto *et al.*, 2009) com méis de abelhas sem ferrão (meliponíneos) tem revelado que estes apresentam menor conteúdo de açúcares (48,66% e 50,00%), quando comparados aos méis das abelhas africanizadas, o que condiz com as observações reveladas no presente estudo.

O teor de sacarose aparente no mel serve como critério para diferenciar os monoflorais dos poliflorais. A legislação brasileira (Brasil, 2001) estabelece teor máximo de 6% para este parâmetro, enquanto que a *Codex Alimentarius* indica no máximo 5% estando assim todas as amostras dentro dos limites estabelecidos por ambos os órgãos. Por outro lado, Moreti *et al.* (2003) relatam que o teor de sacarose no mel deve estar entre 2,00 e 3,00%, pois quando esse valor é muito elevado pode significar uma colheita prematura, ou seja, a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da invertase (Azeredo *et al.*, 2003).

As amostras de mel de abelhas africanizadas variaram de 3,51% (amostra CF) a 4,90% (amostra BF), diferindo entre si ao nível de 5% de significância, e as amostras de mel de abelhas jataí apresentaram resultados entre 2,12% (amostra CJ) e 4,35% (amostra BJ), e apenas a amostra BJ diferiu ( $p < 0,05$ ) das demais, sendo que a mesma apresentou-se igual a amostra AF.

Alves *et al.* (2011) obtiveram resultados entre 1,78 e 9,08% e Aroucha *et al.* (2008) entre 1,0 e 8,7% para sacarose em mel de *Apis mellifera*, enquanto que Anacleto *et al.* (2009) e Alves *et al.* (2005) ao analisar mel de meliponíneos encontraram valores 0,13% a 1,87% e 0,61% a 6,19%, respectivamente, indicando que os resultados obtidos no estudo estão próximo aos já constatados por outros autores.

Os resultados obtidos para hidroximetilfurfural (HMF) demonstraram que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o mel de abelhas africanizadas (19,17 a 21,10 mg/kg) e abelhas jataí (0,53 a 1,07 mg/kg). Evangelista-Rodrigues *et al.* (2005) também encontraram valores próximo aos deste estudo, entre 20,70 e 23,90 mg/kg, para mel de abelhas africanizadas, e Osterkamp (2009) ao analisar mel de abelha jataí encontrou valores acima dos aqui obtidos, entre 5,36 e 42,92 mg/kg.

Valores elevados de HMF no mel podem ser provenientes do armazenamento prolongado a altas temperaturas ambiente e/ou superaquecimento ou, ainda, adulteração por adição de açúcar invertido (Sodré *et al.*, 2007). O *Codex Alimentarius* (CAC, 2001) afirma que o mel proveniente de países tropicais tende a aumentar mais rapidamente o teor de HMF, durante o armazenamento, pois são países de clima quente. Por outro lado, o mel com baixos índices de HMF, como o encontrado para mel de abelha Jataí neste estudo, pode indicar que este mel foi recém-colhido e não foi submetido a aquecimento, garantindo assim a qualidade do produto (Mendes *et al.*, 2009).

A legislação consultada (Brasil, 2000) determina um teor máximo de 60 mg/kg de HMF, desta maneira, apesar do mel de abelha africanizada ter apresentado quantidades elevadas de HMF está de acordo com a legislação, assim como o mel de abelha Jataí.

A acidez do mel é influenciada por diversos fatores como as diferentes fontes de néctar que resultam na variação dos ácidos orgânicos (Nanda *et al.*, 2003) atividade enzimática da glicose-oxidase que origina ácido glucônico e ação das bactérias durante a maturação (White, 1979).

Os resultados encontrados neste estudo mostraram que as amostras de mel de abelhas Africanizadas e

Jataí diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) quanto ao teor de acidez. Observa-se, também, que a quantidade de acidez está diretamente relacionada ao pH, demonstrando que maiores teores de acidez refletem em menores valores de pH e vice-versa. Para o mel de abelhas africanizadas foram encontrados valores de acidez que variaram de 36,67 (amostra CF) a 38,11 meq/kg (amostra BF) e 4,37 (amostra CF) a 3,90 (amostra BF) para o pH. O mesmo ocorreu para amostras de mel de abelhas jataí, para acidez os valores médios variaram de 25,66 (amostra AJ) a 29,31 meq/kg (amostra BJ) e para pH valores de 4,38 a 4,01, respectivamente.

Evangelista-Rodrigues *et al.* (2005) ao avaliarem tais parâmetros em mel de abelhas *Apis mellifera* e *melipona s.* também verificaram a influência do pH sobre os teores de acidez, encontrando o maior valor de acidez de 41,66 meq/kg e menor de 28,33 meq/kg e pH menor de 3,85 e maior de 4,66, respectivamente para as mesmas amostras.

Terrab *et al.* (2004) afirmam que o pH influencia na textura, na estabilidade e na vida de prateleira do mel, visto que valores alterados de pH podem indicar fermentação ou adulteração do mel de abelhas e Souza *et al.* (2009) relata que a acidez do mel é uma característica química que, da mesma forma que o pH, também dá indícios de fermentação o que indica o processo de deterioração. Por outro lado, a acidez, além de inibir a atividade e crescimento de microrganismo confere juntamente com os açúcares sabor e aroma ao mel (Venturini *et al.*, 2007).

A legislação tanto nacional (Brasil, 2000), quanto internacional (CAC, 2001) permite um teor máximo de acidez igual a 50 meq/kg. Isso indica que todas as amostras analisadas estão em conformidade, no entanto, a legislação ainda não regulamenta valores máximos ou mínimos para pH.

Resultados encontrados para condutividade elétrica (CE) mostram que todas as amostras diferiram entre si ( $p < 0,05$ ). Para mel de abelhas africanizadas os valores obtidos variaram de 116,08 (amostra BF) e 324,17  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (amostra CF) e para o mel de abelhas jataí os valores obtidos se situaram entre 192,87 (amostra BJ) e 233,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (amostra AJ). Resultados superiores de CE foram encontrados por Mendonça *et al.* (2008) em méis de abelhas *Apis mellifera* do município de município

de Itirapina – São Paulo, com valores que variaram de 227,3 a 1851,3  $\mu\text{S}$  ( $1081,4 \pm 600,8 \mu\text{S}$ ).

A variação na condutividade elétrica dos diferentes méis pode ser explicada pela diversidade na composição química dos méis, em termos do conteúdo de cinzas, pH, acidez sais minerais, assim como as proteínas e outras substâncias (Bogdanov *et al.*, 1999; Serrano *et al.*, 2004).

A legislação brasileira não define padrões para tal análise, no entanto, a Condutividade Elétrica é apresentada como um bom parâmetro na determinação botânica do mel e atualmente substitui a análise de cinzas, pois essa medição é proporcional ao teor de cinzas na acidez do mel (Brasil, 2000; Bogdanov, 2012). Segundo valor preconizado pelo *Codex Alimentarius* (CAC, 2001) que é de no máximo 800,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para o mel, todas as amostras se encontram abaixo desse valor.

Os valores de sólidos insolúveis (SI) em todas as amostras analisadas encontram-se acima do estabelecido pela legislação nacional (Brasil, 2000) e internacional (CAC, 2001), que prevê a quantidade de 0,1%. Neste estudo os valores de SI variaram de 0,16% a 0,36% para o mel das abelhas africanizadas e de 0,25% a 0,34% para o mel das abelhas jataí.

Os SI correspondem aos resíduos de cera, patas e asas, além de outros componentes inerentes do mel ou então do seu processamento, portanto a realização desta análise garante o controle higiênico, uma vez que através dela pode ser detectadas impurezas no mel (Silva, 2006). Alves *et al.* (2011) ao analisar mel de abelhas *Apis mellifera* também encontrou valores acima do permitido pela legislação brasileira para todas as amostras analisadas (0,19 a 0,68%), e bem próximos ao obtido neste estudo (0,16 a 0,36%).

Para obtenção dos dados da análise de adulteração foram realizadas prova de Lund, Fiehe e Lugol nas amostras de mel de abelhas africanizadas e jataí, os quais são exibidos no Quadro 2.

Na prova de Fiehe todas as amostras apresentaram coloração negativa, indicando que não houve aquecimento do mel, ou tempo prolongado de estocagem.

A análise de Lund, segundo Bera e Almeida-Muradian (2007), sugere perdas ou adição de substâncias proteicas durante o processamento do produto. Os resultados obtidos neste estudo para a prova de Lund variaram entre 0,8 mL e 1,5 mL, o que de acordo com Abadio Finco *et al.* (2010) indica presença de substâncias albuminoides,

**Quadro 2** - Resultados da análise de adulteração do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*)

Variáveis	Amostras-Mel de abelhas africanizadas			Amostras-Mel de abelhas jataí		
	AF	BF	CF	AJ	BJ	CJ
Humidade (%)	16,20 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	16,05 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	18,40 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	25,50 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	25,00 $\pm$ 0,20 <sup>d</sup>	25,00 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>
Cinzas (%)	0,04 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,21 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,15 $\pm$ 0,03 <sup>d</sup>	0,15 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>	0,17 $\pm$ 0,02 <sup>d</sup>
A.R <sup>1</sup> (%)	74,13 $\pm$ 0,66 <sup>a</sup>	63,94 $\pm$ 0,98 <sup>b</sup>	78,22 $\pm$ 0,61 <sup>c</sup>	60,53 $\pm$ 0,33 <sup>d</sup>	59,31 $\pm$ 0,18 <sup>e</sup>	61,78 $\pm$ 0,45 <sup>f</sup>
Sacarose (%)	4,14 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	4,90 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	3,51 $\pm$ 0,17 <sup>c</sup>	2,40 $\pm$ 0,06 <sup>d</sup>	4,35 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	2,12 $\pm$ 0,02 <sup>d</sup>
HMF <sup>2</sup> (mg/kg)	21,10 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	19,17 $\pm$ 0,96 <sup>b</sup>	20,29 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup>	0,77 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	1,07 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,53 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>
Acidez(meq/kg)	37,37 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	38,11 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	36,67 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	25,66 $\pm$ 0,48 <sup>c</sup>	29,31 $\pm$ 0,88 <sup>d</sup>	26,78 $\pm$ 0,45 <sup>c</sup>
pH	3,99 $\pm$ 0,06 <sup>ac</sup>	3,90 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	4,37 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	4,38 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	4,01 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	4,10 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>
C.E. <sup>3</sup> ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	151,75 $\pm$ 0,61 <sup>a1</sup>	116,08 $\pm$ 0,28 <sup>b2</sup>	324,17 $\pm$ 0,60 <sup>c3</sup>	233,25 $\pm$ 1,24 <sup>d4</sup>	192,87 $\pm$ 0,78 <sup>e5</sup>	212,92 $\pm$ 1,02 <sup>f6</sup>
S. I. <sup>4</sup> (%)	0,16 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,28 $\pm$ 0,03 <sup>bd</sup>	0,36 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,25 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,31 $\pm$ 0,02 <sup>de</sup>	0,34 $\pm$ 0,01 <sup>ce</sup>

AF: Amostra A – mel de abelha africanizada; BF: Amostra B – mel de abelha africanizada; CF: Amostra C – mel de abelha africanizada; AJ: Amostra A – mel de abelha jataí; BJ: Amostra B – mel de abelha jataí; CJ: Amostra C – mel de abelha jataí.

componentes naturais do mel e que são precipitados pelo ácido tânico adicionado que deve estar entre 0,6 e 3,0 mL. Valores inferiores a 0,6 mL supõem-se adulteração, pois a falta de precipitado só ocorre em mel artificial, e traços destes em mel adulterado. Os resultados positivos também foram obtidos por Salgado (2008) para 5 das 14 amostras analisadas na prova de Lund para mel de abelhas *Apis mellifera*.

A prova de Lugol apresentou resultados negativos, indicando que não houve adição de amido e dextrina, caracterizando os méis analisados como puros.

Tais resultados obtidos com a análise de adulteração demonstram a garantia da qualidade dos méis comercializados na microrregião do município de Francisco Beltrão – PR.

Segundo a legislação brasileira vigente (Brasil, 2000), o mel deve estar isento de quaisquer matérias estranhas. Das três amostras analisadas de mel de abelhas africanizadas, assim como duas das amostras de méis de abelhas jataí apresentaram sujidades (fragmento de pata e asa de inseto), estando estas amostras em desconformidade com a legislação (Brasil, 2000). Sousa e Carneiro (2008) encontraram fragmentos de insetos em 67,65% das 52 amostras de méis de abelhas (*Apis mellifera* L.) analisadas, além de outras sujidades, como larvas, pêlos e traças. Filho *et al.* (2012) também encontraram, em 100% das 10 amostras de mel analisadas, fragmentos de insetos. Em contrapartida, Filho *et al.* (2011) obtiveram resultados de aprovação para 100% das oito amostras analisadas da região de Pombal – PB, com ausência total de sujidades e/ou fragmentos de insetos.

A presença de materiais estranhos encontrados nos méis avaliados neste estudo podem, ter sido provenientes de manejo inadequado ao se retirar o mel da colmeia e/ou processamento sem os devidos cuidados higiênico-sanitários. Fica evidente assim a necessidade das boas práticas de fabrico em todas as etapas (desde colheita até processamento), bem como da higiene e limpeza de todas as pessoas envolvidas no trabalho (Costa e Oliveira, 2005).

## CONCLUSÃO

Os resultados dos parâmetros físico-químicos indicaram diferença entres os méis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) frente ao mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) para umidade, cinzas e hidroximetilfurfural. Resultados referentes às análises de adulteração demonstram garantia de qualidade dos méis comercializados na microrregião do município de Francisco Beltrão-PR, para ambas espécies avaliadas. A análise microscópica acusou a presença de fragmentos como asa e patas de inseto em ambos os tipos de méis, supondo que o manejo tenha sido inadequado, ou o processamento sem os devidos cuidados higiênico-sanitários.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Apoio à Publicação Científica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão (UTFPR-FB).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadio Finco, F.D.B.; Moura, L. e Silva, I.G. (2010) – Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 30, n. 3, p. 706-712. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000300022>
- Alves, R.M.O.; Carvalho, C.A.L.; Souza, B.A., Sodré, G.S. e Marchini, L.C. (2005) – Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaiá* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Food Science and Technology*, vol. 25, n. 4, p. 644-650. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000400004>
- Alves, T.T.L.; Silva, J.N.; Meneses, A.R.V. e Holando Neto, J.P. (2011) – Caracterização físico-química e avaliação sensorial dos méis produzidos por abelhas *Apis mellifera* oriundos de diversas floradas da região do Cariri Cearense. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 6, n. 2, p. 169-175.



- Anacleto, D.A.; Souza, B.A.; Marchini, L.C. e Moreti, A.C.C.C. (2009) – Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 29, n. 3, p. 535-541. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000300013>
- AOAC. (2005) – Official methods of analysis. 18. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Araújo, F.V. (2014) – *Comparação das características físico-químicas e antioxidantes de méis de diferentes espécies de abelhas*. (Dissertação) Universidade Federal Rural do Semi Árido, 65 p.
- Aroucha, E.M.M.; Oliveira, A.J.F.; Nunes, G.H.S.; Maracajá P. B. e Santos, M.C.A. (2008) – Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da Iagram e comercializado no município de Mossoró/Rn. *Revista Caatinga*, vol. 21, n. 1, p. 211-217.
- Aroucha, E.M.M. (2012). – *Mel de abelha do Rio grande do Norte: qualidade física – química – sensorial – potencial antioxidante*. Mossoró, 80 p.
- Azeredo, L.C.; Azeredo, M.A.A; Souza, S.R. e Dutra, V.M.L. (2003) – Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, vol. 80, n. 2, p. 249-254. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3)
- Bendini, J.D.N. e Souza, D.C. (2008) – Physicochemical characterization of the bee honey originating in the cashew flowering. *Ciencia Rural*, vol. 38, n. 2, p. 565-567. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000200047>
- Bera, A. e Almeida-Muradian, L.B.D. (2007) – Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 27, n. 1, p. 49-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000100009>
- Bertoncelj, J.; Golob, T.; Kropf, U. e Korosec, M. (2011) – Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 46, n. 8, p. 1661-1671. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02664.x>
- BOE. (1986) – *Orden de 12 de junio de 1986, de la Presidencia del Gobierno por la que se aprueban los métodos oficiales de analisis para la miel*. Boletín Oficial Español, Madrid.
- Bogdanov, S. (2012) – *Harmonised methods of the international honey commission*. Swiss Bee Research Centre, Liebefeld. v. 1, p. 62.
- Bogdanov, S.; Lullmann, C.; Martin, P.; Von der Ohe, W.; Russmann, H. e Vorwohl, G. (1999) – Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee World*, vol. 80, n. 2, p. 61-69.
- Brasil. (1980) – *Portaria nº 001 de 24 de março de 1980 – Normas higiênico-sanitárias e técnicas para mel, cera de abelhas e derivados*. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- Brasil. (2000) – *Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel*. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- Brasil (2004) – *Resolução CONAMA nº 346, de 16 de agosto de 2004. Publicada no DOU nº 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, página 70 Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários*.
- CAC (2001) – *Codex Stan 12-1981 – Codex standard for honey*. Codex Alimentarius Commission, Roma, p. 1-8.
- CAC (1990) – Official methods of analysis. *Codex Alimentarius Commission*, vol. 3, Supl. 2, p. 15-39.
- Chaves, A.F.A.; Gomes, J.E.H. e da Costa, A.J.S. (2012) – Caracterização físico-química do mel de *Melipona fulva* Lepeletier, 1836 (Himenoptera: Apidae: Meliponinae) utilizada na meliponicultura por comunidades tradicionais do entorno da cidade de Macapá-AP. *Biota Amazônia*, vol. 2, n. 1, p. 1-9. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v2n1p1-9>
- Costa. P.S.C. e Oliveira, J.S. (2005) – *Manual prático de criação de abelhas*. Editora Aprenda fácil, 1.ª Edição, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 424 p.
- Evangelista-Rodrigues, A.; Sarmiento da Silva. E.M.; Beserra, E.M.F. e Rodrigues, M.L. (2005) – Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. *Ciência Rural*, vol. 35, n. 5, p. 1166-1171. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000500028>
- Filho, J.P.D.A.; Machado, A.V.; Alves, F.M.S.; Queiroga, K.H. e Cândido, A.F.M. (2011) – Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pobal – PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 6, n. 3, p. 83-90.

- Filho, N.C.; Soriano, R.L. e Siena, D. (2012) – Avaliação do mel comercializado no mercado municipal em Campo Grande – Mato Grosso do Sul. *Acta Veterinaria Brasilica*, vol. 6, n. 4, p. 294-301.
- IAL (2008) – *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 4. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo.
- Kropf, U.; Golob, T.; Necemer, M.; Kump, P.; Korosec, M.; Bertonec, J. e Ogrinc N. (2010) – Carbon and nitrogen natural stable isotopes in Slovene honey: adulteration and botanical and geographical aspects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, n. 24, p. 12794-12803. <http://dx.doi.org/10.1021/jf102940s>
- Lacen. (1985) – *Normas de análises bromatológicas – Análise de mel e cera*. Secretaria de Saúde do Estado de Santa Catarina – Divisão de Bromatologia, Florianópolis.
- Lachman, J.; Kolohová, D.; Miholová, D.; Kosata, J.; Titera, D. e Kult, K. (2007) – Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, vol. 101, n. 3, p. 973-979. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.049>
- Li, S.; Shan, Y.; Zhu, X.; Zhang, X. e Ling, G. (2012) – Detection of honey adulteration by high fructose corn syrup and maltose syrup using Raman spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 28, n. 1, p. 69-74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2012.07.006>
- Maia Neto, J.A.; de Oliveira, E.N.A. e Santos, D.C. (2014) – Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. provenientes da microrregião de Pau dos Ferros, RN. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, vol. 21, n. 4, p. 268-272.
- Mendes, C.D.G.; Silva, J.B.A. e Mesquita, L.X. (2009) – Maracajá PB. As análises do mel: revisão. *Revista Caatinga*, vol. 22, n. 2, p. 7-14.
- Mendonça, K.; Marchini, L.C.; Souza, B.A.; Almeida-Anacleto, D. e Moreti, A.C.C.C. (2008) – Physicochemical characterization of honey samples produced by *Apis mellifera* L. in a fragment of savannah area in Itirapina county, Sao Paulo State, Brazil. *Ciência Rural*, vol. 38, n. 6, p. 1748-1753. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600040>
- Mesquita, L.X.S.; Sakamoto, S.M. Maracajá, P.B.; Pereira, D.S. e Medeiros, P.V.Q. (2007) – Análise Físico-Química de amostras de mel de Jandaira Puro (Melipona Subnitida) e com misturas. *Revista Verde*, vol. 2, n. 2, p. 65-68.
- Moreti, A.C.C.C.; Sodré, G.S.; Marchini, L.C. e Otsuk, I.P. (2003) – Análises multivariadas com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte do Estado da Bahia. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, vol. 11, n. 3, p. 129-137. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000100027>
- Nanda, V.; Sarkar, B.C.; Sharma, H.K. e Bawa, A.S. (2003) – Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 16, n. 5, p. 613-619. [http://dx.doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00062-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00062-0)
- Oliveira, E.N.A. e Santos, D.C. (2011) – Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, vol. 70, n. 2, p. 132-138.
- Oliveira, E.N.A. e Santos, D.C. (2012) – Qualidade físico-química do mel comercializado no município de Mauriti, CE. *Higiene Alimentar*, vol. 26, n. 212/213, p. 61-65.
- Osterkamp, I.C. (2009) – *Características polínicas e físico-químicas de amostras de méis de Apis mellifera L., 1758 (Hymenoptera, Apidea) e de Trigonisca angustula Latreille, 1811 (Hymenoptera, Trigonini) da região do Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente, Centro Universitário Univates, Lajeado, Brasil, 60 p.
- Pérez, R.A.; Iglesias, M.T.; Pueyo, E.; González, M. e de Lorenzo, C. (2007) – Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 55, n. 2, p. 360-365. <http://dx.doi.org/10.1021/jf062055b>
- Pohl, P. (2009) – Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 28, n. 1, p. 117-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trac.2008.09.015>
- Richter, W.; Jansen, C.; Venzke, T.; Mendonça, C. R. B. e Borges, C. D. (2011) – Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS P. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, vol. 22, n. 4, p. 547-553.
- Rodriguez, B.A.; Mendoza, S.; Iturriga, M.H. e Castano-Tostado, E. (2012) – Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. *Journal of Food Science*, vol. 77, n. 1, p. C121-C127. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02487.x>
- Salgado, T.B.; Orsi, R.O.; Funari, S.R.C. e Martins, O.A. (2008) – Análise físico-química de méis de abelhas

- Apis mellifera* L. comercializados na região de Botucatu, São Paulo, Brasil. *Pubvet*, vol. 2, p. 20.
- Sanz, M.L.; Del Castillo, M.D.; Corzo N. e Olano, A. (2003) – 2-Furoylmethyl amino acids and hydroxymethylfurfural as indicators of honey quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, n. 15, p. 4278-4283. <http://dx.doi.org/10.1021/jf021235s>
- Serrano, S.; Villarejo, M.; Espejo, R. e Jodral, M. (2004) – Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of Citrus and Eucalyptus honeys by discriminant analysis. *Food Chemistry*, vol. 87, n. 4, p. 619-625. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.031>
- Silva, R.A.M.; Maia, G.A.; Sousa, P.H.M. e Costa, J.M.C. (2006) – Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alimentos e Nutrição*, vol. 17, n. 1, p. 113-120.
- Sodré, G.S.; Marchini, L.C.; Moreti, A.C.C.C.; Otsuk, I.P. e Carvalho, C.A.L. (2007) – Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural*, vol. 37, n. 4, p. 1139-1144. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400036>
- Sousa, R.S.D. e Carneiro, J.G.D.M.E. (2008) – Pesquisa de sujidades e matérias estranhas em mel de abelhas (*Apis mellifera* L.). *Food Science and Technology*, vol. 28, p. 32-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100006>
- Souza, B.D.A.; Marchini, L.C.; Dias, C.T.S.; Oda-Souza, M.; Carvalho, C.A.L. e Alves, R.M.O. (2009) – Microbiological evaluation of trigonine bee (Apidae: Trigonini) honey samples from the State of Bahia – Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 29, n. 4, p. 798-802. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000400015>
- Terrab, A.; Recamales, A.F.; Hernanz, D. e Heredia, F.J.H. (2004) – Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, vol. 88, n. 4, p. 537-542. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.068>
- Venturini, K.S.; Sarcinelli, M.F. e Silva, L.C. (2007) – *Características do mel*. UFES, p. 1-8 ( Boletim Técnico – PIE-UFES: 01107), Vitória.
- Villas-Bôas, J. (2012) – *Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão*. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 96 p. – (Série Manual Tecnológico).
- Villas-Boas, J.K. e Malaspina, O. (2005) – Parâmetros físico-químicos propostos para controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. *Mensagem Doce*, n. 82, p. 6-16.
- Vit, P.; Medina, M. e Enriquez, M.E. (2004) – Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World*, vol. 85, n. 1, p. 2-5. <http://dx.doi.org/10.1080/0005772X.2004.11099603>
- Welke, J.E.; Reginatto, S.; Ferreira, D.; Vicenzi, R. e Soares, J.M. (2008) – Physicochemical characterization of *Apis mellifera* L. honeys from the northwest region of Rio Grande do Sul state. *Ciência Rural*, vol. 38, n. 6, p. 1737-1741. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000600038>
- White, J.W. (1979) – Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural, and proline in honey - collaborative study. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, vol. 62, n. 3, p. 515-526.
- Yucel, Y. e Sultanoglu, P. (2013) – Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. *Food Chemistry*, vol. 140, n. 1-2, p. 231-237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.046>