

Caracterização físico-química do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

Any Ellen Prestes Lopes

Lúcia Felicidade Dias

1 Introdução

O mel resulta da desidratação e transformação do néctar, podendo ser oriundo de uma determinada planta e variar de acordo com os fatores que influenciam a produção e a concentração de néctar e, ainda, com a concentração e proporções de seus carboidratos, com a quantidade de flores da área e com o número de dias em que as flores estão secretando néctar (CRANE, 1975). As abelhas são criadas para a produção de mel, cera, pólen e própolis, entretanto, a sua importância principal dentro de um ecossistema é a função de polinização das flores e, conseqüentemente, produção de sementes e frutos (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996).

Os meliponíneos, popularmente conhecidos como abelhas indígenas sem ferrão, são abelhas que se encontram ameaçadas de extinção devido às alterações de seus ambientes, causadas principalmente pelo desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxico e pela ação predatória de meliíros. Sabe-se que estas abelhas são responsáveis por 40 a 90 % da polinização das árvores nativas, sendo as restantes polinizadas pelas abelhas solitárias, borboletas, coleópteros, morcegos, aves, alguns mamíferos, água, vento e abelhas africanizadas (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996).

As abelhas meliponíneas reúnem-se nas abelhas da superfamília Apoidea. No Brasil, as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae cuja a espécie Jataí (*Tetragonisca angustula*) é uma das mais conhecidas na América Tropical. É uma das abelhas mais limpas que existe e das espécies é a mais adaptável em relação ao hábito de nidificação, podendo ser encontrada nas grandes e pequenas cidades, florestas virgens, capoeiras, cerrados, moirões de cerca, paredões de pedra, ambientes naturais ou pouco explorados e comumente encontra-se em ocós de árvores (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas sem ferrão são responsáveis pela polinização, conseqüentemente diversificação da flora e produção de alimentos e mel com qualidade superior. O mel oriundo de abelhas Jataí apresenta sabor e aroma genuíno, trata-se de um produto nobre com características especiais que variam conforme região e flora das quais se alimentam.

A produção de mel dos meliponíneos como alimento, especialmente a abelha Jataí, são promissoras, pois atende aos anseios da sociedade que busca alimentos saudáveis e estão associadas a propriedades medicinais. Além disso, são uma alternativa de renda ao homem do campo, já que o mel possui valor agregado devido à baixa produção e características próprias. Entretanto, para que o mel de meliponíneos alcance êxito com reconhecimento nacional e internacional, são necessárias mais pesquisas, cuja finalidade é a obtenção de resultados sobre suas características, a fim de garantir dados consistentes a permitir uma legislação específica para abelhas sem ferrão e diferenciada da existente, que contempla apenas o mel de *Apis mellifera*.

O Brasil apresenta grande potencial de produção de mel de meliponíneos. Sendo assim, o principal objetivo deste estudo foi a obtenção das características físico-químicas do mel de abelha Jataí, cuja espécie é potencialmente produtora, e os esforços nas pesquisas são de extrema importância, devendo ser intensificados para que se possa obter um padrão específico e coerente para este produto.

2 Mel

O mel é definido como um alimento proveniente de abelhas melíferas as quais podem utilizar o néctar das flores (mel de flores) ou secreções procedentes das partes vivas das plantas e excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas destas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, onde são armazenados e maturados nos favos das colmeias (mel de melato). O mel pode ser classificado a partir da forma de extração do favo, podendo ser um mel escorrido, prensado ou centrifugado, bem como seu estado de apresentação podendo ser um mel líquido, cristalizado ou semicristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (BRASIL, 2000).

Os constituintes do mel são dependentes de fatores como condições climáticas, néctar, apicultor, manejo e a espécie da abelha que o produz, sendo a espécie o principal determinante de sua composição (CARVALHO et. al., 2005).

A composição majoritária do mel é glicose e frutose, porém, possui outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos, grãos de pólen e cera de abelhas oriundos do processo de extração (BRASIL, 2000). A busca pela qualidade e a tendência de consumo de

alimentos saudáveis coloca o mel em um patamar de consumo significativo já que é natural e de alto valor nutritivo (SEBRAE, 2014).

2.1 Abelhas sem ferrão (meliponíneos)

Em todo o mundo, estimam-se que há 20 mil espécies de abelhas que polinizam plantas floríferas; estas são estimadas em mais de 225 mil espécies, sendo uma grande parte contribuinte para as abelhas visitarem regularmente, cujas colônias possuem milhares de indivíduos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

As abelhas podem ser classificadas em duas categorias, apicultura e meliponicultura. A apicultura contempla o manejo de espécies da abelha *Apis mellifera*. A meliponicultura é o manejo de abelhas indígenas sem ferrão (meliponíneos), cuja atividade visa à obtenção de mel (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas sem ferrão são vertentes de açúcar ao homem desde o período pré-colombiano no continente Americano. Além disso, o mel possui até hoje propriedades medicinais. Essas abelhas são habitantes dos trópicos, sendo que na América Latina existem aproximadamente 300 espécies, a maioria delas produtoras de méis de grande aceitação, principalmente nas regiões produtoras (CARVALHO et. al., 2005). No Brasil existem cerca de 300 espécies de abelhas indígenas sem ferrão espalhadas por todo o território nacional (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas meliponíneas reúnem-se nas abelhas da superfamília Apoidea; no território brasileiro as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae, borá (*Tetragona clavicepes*), jataí (*Tetragonisca angustula*), Jandaíra (*Melipona subnitida*), Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), mirins (*Plebéia SP*) e urucu nordestina (*Meliponascutellaris*) (NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas sem ferrão são responsáveis pela reprodução de 40% a 90% de vegetais dependentes da polinização cruzada em florestas tropicais (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; AIDAR, 1997).

O Brasil apresenta uma variedade de espécies de abelhas nativas potencialmente produtivas, pois estão aptas às condições climáticas e florísticas, e apresentam uma alta procura no mercado mesmo tendo um valor mais elevado que o mel de *Apis mellifera* (CARVALHO et. al., 2005). Devido às características especiais de adaptação, polinização das florestas, cultura e realidade, podem ser inseridas em vegetação natural, plantios florestais, fruticultura, culturas de ciclo curto e ainda podem ser grandes agentes de diversificação da vegetação, pois com seu serviço de polinização contribuem para o aumento da produção agrícola, originando frutos maiores e de maior qualidade. As características do aroma e sabor do mel são únicas, sendo influenciadas conforme espécie da abelha e florada consumida, apresentando um mercado de grandes oportunidades devido ao valor agregado ao produto (VENTURIERI, 2008).

Estudos realizados mostram que é possível afirmar que o mel de abelhas sem ferrão diferencia-se das abelhas africanizadas principalmente quanto à umidade. O teor de umidade elevado torna o mel menos denso que o mel de abelhas africanizadas, logo, é o parâmetro de maior diferença significativa, mas outros parâmetros necessitam de estudos, uma vez que existem poucas informações disponíveis na literatura (BEZERRA, 2002). Contudo, surgem dificuldades na sua comercialização pela falta de padrões de qualidade, pois a legislação brasileira que se refere ao mel é baseada em padrões internacionais, não contemplando as abelhas sem ferrão (CARVALHO et. al., 2005).

A busca na caracterização do mel de meliponíneos tem sido a fonte de diversas pesquisas, cuja finalidade é a busca da garantia da qualidade do mel e definições de parâmetros físico-químicos, auxiliando nas estratégias de comercialização, com consequência direta sobre manejo e desenvolvimento da criação, exploração e preservação da espécie (SOUZA, 2007).

2.2 Abelha jataí (*Tetragonisca angustula*)

A abelha *Tetragonisca angustula* é uma abelha sem ferrão, popularmente conhecida como Jataí. As abelhas sem ferrão são caracterizadas deste modo por possuírem ferrão atrofiado (NOGUEIRA-NETO 1997). Segundo Godói (1989) a palavra “jataí” é de origem indígena e vem da língua tupi “yatai”. Melipona é palavra de origem grega, *méli* = mel, *pónos* = trabalho. Pertencem à família dos meliponíneos, originários no oeste do continente Gondwana e presentes nas regiões tropicais e temperadas subtropical do planeta, sendo as mais conhecidas na América Tropical, vivendo desde Missiones na Argentina, até o sul do México (NOGUEIRA-NETO 1997).

As abelhas Jataí são de pequeno porte, encontradas em praticamente todo o território brasileiro em altitudes acima de 500 metros. Produzem mel de excepcionais qualidades: fino, suave, levemente azedo, que o diferem dos outros méis (GODOI, 1989). Possuem o maior potencial como agente polinizador de flores não polinizadas pela *Apis mellifera*, não são abelhas agressivas, o que contribui para seu manejo, e são consideradas mais limpas, tanto no que diz respeito ao alimento consumido quanto na construção do ninho e na organização na separação do pólen, que é armazenado junto com as reservas alimentares de mel em potes de cerume que se encontram externamente à cria. Seu habitat é naturalmente os estados do Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo e sua produtividade é de 0,5 a 1,5 L de mel/ano (NOGUEIRA-NETO, 1997).

A facilidade de encontrar abelhas jataí está na capacidade de construírem seus ninhos em ocos e cavidades, que vão desde troncos de árvores até paredes de tijolos. A entrada do ninho conta com um orifício de cera pelo qual as abelhas

entram e saem, constituindo uma estratégia de defesa das abelhas, sendo o mel deste tipo de abelha um dos mais apreciados (VENTURIERI, 2008).

2.3 Parâmetros físico-químicos do mel

Os parâmetros físico-químicos do mel são dependentes dos componentes do néctar de cada espécie vegetal produtora que as abelhas se alimentam, o qual confere características específicas para o produto (WHITE JÚNIOR, 1979). A composição físico-química do mel obtido de abelha sem ferrão é pouco conhecida devido à grande diversidade de flora que estas podem se alimentar e a baixa quantidade de mel que produzem, que está relacionada com as características das espécies (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

O mel possui seus parâmetros físico-químicos definidos pela Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000, conforme Tabela 1. No presente trabalho, analisou-se a composição físico-química do mel, por meio de dos seguintes parâmetros: acidez total e titulável, açúcares redutores, minerais (cinzas), pH, sacarose, sólidos insolúveis em água, testes de adulterantes (Fiehe, Lund, Lugol) e umidade, sendo todos os procedimentos utilizados de acordo com a legislação que regulamenta a identidade e requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano direto (BRASIL, 2000). A legislação brasileira de mel (BRASIL, 2000) baseia-se na legislação europeia, contemplando apenas os parâmetros físico-químicos do mel da *Apis mellifera*, não contemplando o mel de meliponíneos que se diferem principalmente quanto à umidade que se apresenta bastante elevada, apresentando um mel menos denso que o mel das abelhas africanizadas (AZEREDO; AZEREDO; BESER, 2000).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos preconizados pela legislação brasileira para mel floral

Parâmetros físico-químicos	Limites
Umidade (%)	Máximo de 20,00
HMF (mg/kg)	Máximo de 60,00
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00
Sacarose (%)	Máximo de 6,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60
Condutividade elétrica (m S. cm)	Máxima de 800,00
Acidez (meq/kg)	Máximo de 50,00
Cor	de quase incolor a pardo-escuro
Atividade diastásica (mg/Kg)	Mínimo 8 escala de Gothe ou 3 HMF inferior a 15

Fonte: Brasil (2000).

O mel de Jataí não é contemplado na legislação (BRASIL, 2000), sendo assim, o objeto de estudo deste trabalho é a obtenção de resultados, os quais serão comparados a estudos correlatos, com intuito de padronização, seja por órgãos oficiais nacionais ou internacionais, a fim de contribuir para o conhecimento do produto e, ao mesmo tempo, garantir a qualidade e fiscalização do mel de abelhas sem ferrão (CARVALHO et. al., 2005).

2.3.1 Acidez

A acidez é de extrema importância como parâmetro de qualidade do mel, pois contribui para estabilidade, atuando como inibidor de micro-organismos, além de atuar como indicador de formas inadequadas de armazenamento e início de processo fermentativo (CORNEJO, 1988).

Diversos fatores podem vir a influenciar na acidez do mel, como a presença de ácidos orgânicos e inorgânicos encontrados tanto nas plantas utilizadas pelas abelhas, como também na secreção produzida pelas próprias abelhas, sendo que a ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico é o principal composto ácido do mel e, segundo Pamplona (1989), tende a aumentar no decorrer de seu armazenamento, pois permanece em atividade no mel, o peróxido de hidrogênio (capaz de proteger o mel contra a decomposição bacteriana), presença de bactérias no processo de maturação e quantidade de minerais presentes (HORN, 1996). A legislação brasileira determina acidez máxima de 50 meq/Kg para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000).

2.3.2 Açúcares redutores

Os açúcares redutores são majoritários no mel, representam de 85% a 95% dos carboidratos, onde 80% são monossacarídeos (frutose e glicose), 20% compreendem os dissacarídeos (sacarose e maltose) (WHITE JÚNIOR, 1979). Os monossacarídeos, como a glicose, por apresentarem baixa solubilidade, determinam a tendência à cristalização do mel; já a frutose determina a doçura em razão da alta higroscopicidade. Méis com altas taxas de frutose podem permanecer líquidos por longos períodos ou nunca cristalizar (HORN, 1996).

Os açúcares são responsáveis pela conservação do mel, já que a pressão osmótica que exercem impede que leveduras e outros micro-organismos se desenvolvam (SILVA, 2006). De acordo com a legislação, a quantidade de açúcares redutores para mel floral é de no mínimo 65 g/100 g de mel e no mel de melato mínimo de 60 g/100 g de mel (BRASIL, 2000).

2.3.3 Cinzas

A determinação de cinzas representa a quantidade de minerais contidos no mel. No mel de meliponíneos, as cinzas se apresentam em proporções baixas, cerca 0,1% a 1,0%, podendo ser utilizadas como parâmetro de qualidade do produto, já que permitem conhecer a origem botânica do mel, se a matéria-prima utilizada na produção do mel adotou de boas práticas na coleta, higiene adequada e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo meliponicultor, pois os minerais permanecem nas cinzas após a incineração (CARVALHO et. al., 2005; EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005; LACHMAN et. al., 2007). Apesar de a porcentagem de minerais presente no mel não ser significativa, diversos deles já foram identificados, tanto essenciais como não essenciais para o organismo, como estes: Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Titânio (Ti), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Lítio (Li), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Estanho (Sn), Zinco (Zn), Ósmio (Os), Bário (Ba), Gálio (Ga), Bismuto (Bi), Prata (Ag), Ouro (Au), Germânio (Ge), Estrôncio (Sr), Berílio (Be) e Vanádio (V) (WHITE JÚNIOR, 1979).

Os minerais ainda possuem influência sobre a coloração do mel, estando presentes em maior concentração nos méis escuros em comparação com os méis claros (ORTIZ-VALBUENA, 1988). A porcentagem de minerais no mel pode ainda indicar poluição ambiental e estabelecer a procedência geográfica do mel (ANKLAM, 1998). A legislação estipula máximos permitidos para mel de floral 0,6 % e em mel de melato 1,0 % (BRASIL, 2000).

2.3.4 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é referente aos íons hidrogênio presentes em uma solução e é um parâmetro antimicrobiano, já que promove maior estabilidade frente ao desenvolvimento de micro-organismos (NOGUEIRA-NETO, 1997). O pH no mel pode estar diretamente relacionado com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições de solos, além de ser influenciado pelo pH do néctar e substâncias presentes nas mandíbulas das abelhas, que no transporte do mel até a colmeia misturam-se ao néctar, alterando o valor de pH (CRANE, 1983; CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010). Valores alterados de pH podem indicar fermentação ou adulteração, já que o mel é um alimento ácido por possuir pH médio de 3,9, e esta acidez é importante na preservação, atuando como inibidor de micro-organismos, principalmente os patogênicos, além de realçar seu sabor (CRANE, 1983). Os méis brasileiros de meliponíneos têm o valor de pH variando 3,20 a 4,80 (CORTOPASSI-LAURINO; GELLI, 1991).

Os parâmetros de pH não são preconizados na legislação brasileira (BRASIL, 2000), pois não se considera o pH como fator de qualidade do mel. Contudo esta característica é sempre analisada a fim de prever e confirmar o teor de acidez no mel.

2.3.5 Sacarose aparente

A sacarose é um açúcar não redutor, um dissacarídeo que representa em média 2 a 3% dos carboidratos do mel. Valores superiores a este de açúcar significam que o mel está verde, e isso está relacionado a uma colheita prematura, pois a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose, já que a sacarose é um açúcar redutor, passível de hidrólise por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase) ou adulterado (VIDAL; FREGOSI, 1984). Sendo assim, a determinação de sacarose aparente mede os açúcares não redutores e, segundo a legislação para o mel floral, deve ser de no máximo 6% de mel e, para o mel de melato, de no máximo 15% (BRASIL, 2000).

2.3.6 Sólidos insolúveis em água

Os sólidos insolúveis fazem referência à insolubilidade de impurezas em água que estão contidas no mel e podem ser oriundos de cera, fragmentos de insetos, plantas, grãos de pólen, processamento ao qual foi submetido e outros componentes normais do sedimento do mel. Logo, esta análise está relacionada às boas práticas na coleta do mel, ou seja, é um indicador de pureza e está estritamente relacionada ao processamento adequado.

A identificação de sólidos solúveis se dá pelas impurezas da amostra que ficaram retidas na filtração, onde a legislação preconiza o máximo de 0,1% em mel de flores e 0,5% em mel prensado (BRASIL, 2000).

2.3.7 Umidade

A água é o segundo maior constituinte do mel, variando de 15% a 21% para mel de *Apis mellifera*, mas para mel de abelhas sem ferrão pode variar de 20% a 45%, a depender de clima, região, estação do ano, origem floral, condições de coleta e do armazenamento que devem ser de acordo com as boas práticas de fabricação, para não tornar o mel propício à fermentação. Por isso, se faz necessárias condições rígidas de higiene durante sua manipulação e acondicionamento devido à higroscopicidade (CARVALHO et. al., 2005).

Os micro-organismos tolerantes ao açúcar, presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento podem propiciar a fermentação do mel quando o teor de água for muito elevado, sendo assim, o índice

de umidade é uma das características mais importantes no mel, pois influencia na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e conservação (MARCHINI et al., 2004). Um aspecto importante que afeta negativamente o teor de umidade e compromete a qualidade do produto é a colheita antes da maturação completa do mel, já que o teor de água na composição do mel é muito importante para a vida útil do produto durante a estocagem (COSTA et al., 1999).

A legislação admite umidade máxima de 20% para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000), não contemplando o mel de abelha jataí, conforme cita Carvalho et al. (2005), já que este mel apresenta valores de umidade entre 20 a 45%.

2.3.8 Testes de adulterantes

Os testes de adulterantes são realizados com a finalidade de identificar fraudes por adição de soluções açucaradas, como xarope de milho, xarope de açúcar, xarope de açúcar invertido de beterraba e cana-de-açúcar aquecido, cuja finalidade é dar “corpo”, melado, amido e até mesmo edulcorantes; para melhorar o aspecto da cor do mel, adiciona-se iodo e aditivos químicos (COUTINHO, 2006; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

As adulterações ocorrem durante o beneficiamento do mel e podem ser realizadas no momento da filtração, centrifugação ou decantação, sendo propiciados principalmente quando a produção está reduzida, ou pelo mel ter passado muito tempo estocado ocorrendo o processo de cristalização devido à umidade e modo de produção. Para deixar este mel líquido e viscoso, os fraudadores o submetem ao aquecimento, que interfere na qualidade e altera a composição do produto final (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). As fraudes são efetuadas por meleiros ou falsos apicultores, mas também por técnicas refinadas, que por meio de açúcares monossacarídeos em percentuais próximos a 50% impossibilitam a detecção da fraude (SILVA, 2006).

A reação de Fiehe busca identificar adulteração no mel por utilização de aquecimento em banho-maria, adição de xaropes de açúcar ou condições inadequadas de acondicionamento. A reação de Fiehe parte do princípio do qual o produto de desidratação da frutose, que ocorre quando houver inversão de sacarose em meio ácido, reage com a resorcina, originando um composto de condensação de coloração vermelha (CORNEJO, 1988). Quando ocorre a formação da cor pode-se concluir que o mel está adulterado.

A reação de Lugol está relacionada à pureza do mel, utilizando iodo e iodeto de potássio (Lugol), que na presença de amido e dextrinas no mel é responsável pela formação de cor característica. O princípio da técnica baseia-se na reação colorimétrica e complexométrica com o iodo (solução de Lugol). A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas presentes na glicose

comercial (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). Logo, para estar de acordo com a legislação, não pode apresentar coloração avermelhada.

A reação de Lund tem como princípio a indicação da presença de albuminóides, que são componentes normais do mel, ou seja, a precipitação das proteínas em presença de ácido tânico, com a finalidade de indicar se o mel está íntegro, se foi mal processado ou contém resíduos não desejáveis (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

A legislação preconiza que em mel puro deverá se formar um precipitado de 0,6 mL a 3 mL. Quando o mel estiver adulterado não haverá um precipitado ou quando existir será mínimo (BRASIL, 2000).

3 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de cunho experimental com a finalidade de obter as características físico-químicas (acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund) e umidade) do mel de abelha Jataí. As amostras de mel *in natura* foram coletadas em maio de 2014 na propriedade rural Riveda, localizada no distrito de Felisberto na cidade de Curiúva-PR, apresentando latitude $24^{\circ}02'49.8''$ S, longitude $50^{\circ}38'18.4''$ W e altitude de 625 m em nível do mar (Figura 1).



Figura 1 – Mapa da localização do distrito de Felisberto da cidade de Curiúva, estado do Paraná

Fonte: Maphill (2015)

A área de coleta do mel é circundada por plantação de amora, plantas frutíferas, mata nativa, plantação de eucalipto, pastagem, mandioca, soja, aveia e milho, sendo estas quatro últimas sujeitas à rotação de cultura (Figura 2).



Figura 2 – Local de coleta do mel no distrito de Felisberto-Curiúva-Paraná

Fonte: Googlemaps (2015)

3.1 Coleta e análise do mel

Utilizando-se das boas práticas de coleta, as amostras foram obtidas de quatro caixas pelo modo tradicional por prensagem, com auxílio de uma bacia, garfo e faca de inox e peneira de nylon para filtração; o mel foi acondicionado em frascos de vidro estéreis de 500 mL, os quais foram identificados e mantidos sob refrigeração 8 ± 4 °C. Após 24 h algumas partículas inerentes, como pólen e cera, imergiram à superfície, sendo retiradas com auxílio de uma colher para a posterior realização das análises físico-químicas em sextuplicata. As análises de acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund) e umidade, foram executadas nos laboratórios de Análise de Alimentos e de Métodos Instrumentais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – campus Londrina, de acordo com metodologias oficiais, descritas nos itens subsequentes.

3.1.1 Acidez

A determinação da acidez baseou-se na neutralização dos compostos ácidos presentes no mel a partir de uma titulação simples com hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Para determinação em balança eletrônica *Analytical Scale* modelo A220, pesou-se 2,0 g de mel em um erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 50 mL de água destilada até completa dissolução da amostra e 3 gotas de fenolftaleína 1%, titulando-se com NaOH 0,01 mol/L padrão até a obtenção de uma coloração rósea persistente por 30 segundos.

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o cálculo abaixo:

$$\text{Acidez meq/Kg} = V \times M \times 1000/P$$

V = volume em mL da solução de NaOH gasto na titulação

M = concentração em mol/L da solução de NaOH

P = peso da amostra em gramas

3.1.2 Açúcares redutores

Os açúcares redutores têm a capacidade de reduzir um volume conhecido do reagente de cobre alcalino (solução de Fehling), passando de Cobre II para Cobre I (redução de íons cúpricos em cuprosos), sendo que os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007). O ponto final é indicado pelo azul de metileno, que é reduzido a sua forma leuco por um pequeno excesso de açúcar redutor de acordo com as Normas Analíticas do Laboratório Nacional de Referência Animal, 1981.

Em balança eletrônica *Analytical Scale* modelo A220, pesou-se 20 g de amostra de mel em um béquer de 100 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e, com o auxílio de um bastão de vidro, homogeneizou-se e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL (solução mãe ou estoque), lavou-se bem o bastão de vidro e o béquer e completou-se o volume do balão até o menisco. Desta solução foi retirado 2 mL (0,4 g), que corresponde a 20% da solução de mel e colocou-se em balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume até o menisco. Esta solução obtida foi transferida para uma bureta de 25 mL para posterior titulação. Em um erlenmeyer de 250 mL, com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, pipetou-se cada uma das soluções de Fehling A e B e foram adicionados 40 mL de água destilada; em seguida, foi aquecido sobre placa aquecedora até atingir ebulição, logo, foi iniciado o gotejamento da

solução da amostra da bureta até o líquido sobrenadante ter ficado levemente azulado. Mantendo-se a ebulição, foram adicionadas duas gotas de solução de azul de metileno 1% e continuou-se gotejando até descoloração do indicador e aparecimento de um precipitado vermelho tijolo no fundo do erlenmeyer. O tempo de titulação não ultrapassou 3 minutos. O cálculo para obtenção do resultado segue abaixo:

$$\% \text{ açúcares redutores em glicose} = 100 \times 100 \times T / V \times P$$

T= título da solução de Fehling

V= mL de amostra gasta na titulação

P= peso da amostra em gramas na solução (0,4 g)

3.1.3 Cinzas

O teor de cinzas fundamenta-se na oxidação total da matéria orgânica, obtendo-se um resíduo mineral fixo por meio da incineração das amostras em mufla a 550 °C até peso constante, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se aproximadamente 5 g de amostra em uma cápsula, previamente sem umidade e tarada em mufla Quimis modelo Q-318m21; nesta mesma, colocou-se a amostra e, após, 4 horas de incineração, ou seja, até a eliminação completa do carvão, observado pela coloração branca ou ligeiramente acinzentada. Após a incineração, as amostras foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas. Segue abaixo o cálculo realizado para obter o teor de cinzas.

$$\% \text{ cinzas totais: } 100 \times N / P$$

N = massa de cinzas em gramas

P = massa de amostra em gramas

3.1.4 pH

A medida do pH baseia-se em determinar a quantidade de hidrogênio contida na amostra. Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 10 g de amostra de mel diluída e homogeneizada em 75 mL de água e realizou-se a leitura em pHmetro Tecnopon modelo NTPHM, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

3.1.5 Sacarose

O princípio da determinação do índice de sacarose baseia-se na hidrólise ácida da sacarose, resultando em duas moléculas de açúcares redutores, glicose e frutose, que foram determinadas quantitativamente pelo método Lane e Eynon, cuja metodologia é descrita pelo Laboratório Nacional de Referência Animal, 1981.

O método de análise segue o mesmo para açúcares redutores, cuja finalidade é reduzir íons de cobre em solução alcalina. A hidrólise ácida ocorre pois os grupos redutores aldeído e cetona não se encontram livres e, após a quebra, originam frutose e glicose que podem ser quantificados.

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 20 g de amostra de mel em um béquer de 100 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e, com o auxílio de um bastão de vidro, homogeneizou-se e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL (solução-mãe ou estoque), lavou-se bem o bastão de vidro e o béquer e completou-se o balão até o menisco. Desta solução, foram retirados 2 mL (0,4 g), que corresponde a 20% da solução de mel e colocado em balão volumétrico de 100 mL, adicionou-se 1 mL de HCl concentrado e foi levado para banho-maria a 60 °C por 1 hora; após esfriar, foi neutralizado com solução de NaOH 40%; usando papel tornassol como indicador, completou-se o volume do balão até atingir menisco e a solução foi agitada e filtrada em filtro e recipiente seco e transferida para uma bureta de 25 mL para titulação. Em um erlenmeyer de 250 mL, com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, pipetaram-se cada uma das soluções de Fehling A e B e foram adicionados 40 mL de água destilada; em seguida foi aquecido sobre placa aquecedora até atingir ebulição; logo foi iniciado o gotejamento da solução da amostra da bureta até o líquido sobrenadante ter ficado levemente azulado. Mantendo-se a ebulição, foi adicionada 1 gota de solução de azul de metileno 1% e continuou-se gotejando até descoloração do indicador e aparecimento de um precipitado vermelho tijolo (óxido cuproso) no fundo do erlenmeyer. O tempo de titulação não ultrapassou 3 minutos. O cálculo para obtenção dos resultados segue abaixo:

$$\% \text{ glicídios totais} = 100 \times 100 \times T / V \times P$$

T= título da solução de Fehling

V= mL de amostra gasta na titulação

P= peso da amostra em gramas na solução (0,4 g)

% Sacarose= Açúcares Totais – Açúcares redutores x 0,95

3.1.6 Sólidos insolúveis em água

O teor de sólidos insolúveis fundamenta-se na insolubilidade de sólidos (cera, grãos de pólen) e outros componentes normais do sedimento do mel em água, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a determinação dos sólidos insolúveis em água em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 20 g de amostra em um béquer de 250 mL e diluiu-se com um pouco de água destilada aquecida a 60 °C. Após a filtração, a amostra contida no filtro foi para estufa a 80 °C por 1 hora e, após esse tempo, foram pesadas. Utilizou-se da equação abaixo para obtenção dos resultados.

$$\% \text{ Sólidos Insolúveis} = P \times 100/P'$$

P = massa dos sólidos insolúveis em gramas

P' = massa da amostra em gramas

3.1.7 Umidade

O teor de umidade foi determinado por refratometria a 20 °C, utilizando o refratômetro de Abbé, cuja interpretação dos resultados foi realizada com o auxílio da tabela de Chataway (Tabela 2), na qual a medida de índice de refração da amostra foi convertida em porcentagem de umidade de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Tabela 2 – Relação entre índice de refração e a porcentagem de água do mel

Índice de refração	Umidade (%)	Índice de Refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)
1,5044	13,00	1,4961	16,20	1,488	19,40	1,4800	22,60
1,5038	13,20	1,4956	16,40	1,4875	19,60	1,4795	22,80
1,5033	13,40	1,4951	16,60	1,4870	19,80	1,4790	23,00
1,5028	13,60	1,4946	16,80	1,4865	20,00	1,4785	23,20
1,5023	13,80	1,4940	17,00	1,486	20,20	1,4780	23,40
1,5018	14,00	1,4935	17,20	1,4855	20,40	1,4775	23,60
1,5012	14,20	1,4930	17,40	1,4850	20,60	1,4770	23,80
1,5007	14,40	1,4925	17,60	1,4845	20,80	1,4765	24,00

(continua)

Tabela 2 – Relação entre índice de refração e a porcentagem de água do mel (*continuação*)

Índice de refração	Umidade (%)	Índice de Refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)
1,5002	14,60	1,4920	17,80	1,4840	21,00	1,4760	24,20
1,4997	14,80	1,4915	18,00	1,4835	21,20	1,4755	24,40
1,4992	15,00	1,4910	18,20	1,4830	21,40	1,4750	24,60
1,4987	15,20	1,4905	18,40	1,4825	21,60	1,4745	24,80
1,4982	15,40	1,4900	18,60	1,4820	21,80	1,4740	25,00
1,4976	15,6 0	1,4895	18,80	1,4815	22,00	1,4735	25,20
1,4971	15,80	1,489	19,00	1,4810	22,20	1,4730	25,40
1,4966	16,00	1,4885	19,20	1,4805	22,40	1,4725	25,60

Fonte: AOAC (1990).

Transferiram-se de 3 a 4 gotas da amostra para o prisma do refratômetro. Realizada a leitura do índice de refração a 20 °C, a determinação dos resultados é corrigida pela tabela de Chataway, onde foi adicionado o valor de 0,00023 ao índice de refração para cada grau acima de 20 °C, bem como foi subtraído o valor de 0,00023 ao índice de refração para cada grau abaixo de 20 °C, o que não foi o caso.

3.1.8 Testes de adulterantes

O teste de adulterantes é realizado com a finalidade de identificar fraudes por adição de soluções açucaradas, como xarope de milho, xarope de açúcar, xarope de açúcar invertido de beterraba e cana-de-açúcar aquecido, cuja finalidade é dar “corpo”, melado, amido e até mesmo edulcorantes e, para melhorar o aspecto da cor do mel, adiciona-se iodo e aditivos químicos (COUTINHO, 2006; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

A reação de Fiehe com resorcina em meio ácido pode indicar a presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel ou a adição de xaropes de açúcares, na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, onde aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude. A análise foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Pesou-se em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220 5 g de amostra em um béquer de 50 mL e foram adicionados 5 mL de éter e agitado vigorosamente. Transferiu-se a camada etérea para um tubo de ensaio no qual foi adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina e deixado em repouso por 10 minutos.

A reação de Lugol procura identificar a presença de amido e dextrinas no mel, na presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar; a solução ficará 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 análise foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, foi pesado 10 g de amostra em um béquer, no qual se adicionou 20 mL de água destilada e agitada. Adicionou-se 0,5 mL (mais ou menos 12 gotas) da solução de Lugol. Fez-se a prova para um mel puro para comparação.

A reação de Lund é a determinação de albuminoides que se precipitam na presença de ácido tânico. Na presença de mel puro, será formado um precipitado no fundo da proveta no intervalo de 0,6 a 3,0 mL; já na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou este excederá o volume máximo do referido intervalo. O método utilizado para análise foi de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Pesou-se, em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, 2,0 g de amostra que foi transferida para uma proveta de 50 mL, com auxílio de 20 mL de água destilada. Adicionou-se 5 mL de ácido tânico a 0,5% e, em seguida, foi adicionada água até completar o volume de 40 mL, que foi agitado para completa solubilização da amostra o qual foi deixado em repouso por 24 horas.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados foram tratados pelo programa estatístico BIOESTAT 5.0; a modelagem utilizada foi a estatística descritiva para levantamento das medidas centrais como média e obtenção dos valores mínimos e máximos observados na análise.

4 Resultados e discussão

Os resultados obtidos na pesquisa de campo estão contidos nas Tabelas 3 e 4, cujos dados foram apresentados em forma de média e valores mínimos e máximos observados.

Tabela 3 – Características físico-químicas (acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis e umidade) do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

	Acidez (meq/ Kg)	Açúca- res Re- dutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos Insolú- veis (%)	Umida- de (%)
Média	56,44	58,20	0,20	3,82	2,80	0,46	25,37
(min.- max.)	(47,41-65,00)	(54,55-63,43)	(0,20-0,21)	(3,80-3,90)	(1,03-6,33)	(0,44-0,48)	(24,8-25,8)

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Resultados dos Testes de adulterantes (Lund, Lugol e Fiehe) do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

Lund Média (min. - max.)	Lugol	Fiehe
0,3	Negativo	Negativo
0,3 – 0,31	Negativo	Negativo

Fonte: Autoria própria.

4.1 Acidez

Para a variável acidez, encontrou-se uma média de 56,44 meq/Kg, com valor mínimo de 47,41 e máximo de 65,00 meq/Kg, valores que estão de acordo com Almeida-Anacleto (2007), que determinou valor médio de 45,23 meq/kg (variando de 17,0 a 98,0 meq/kg). Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) encontraram valor de 24,7 meq/Kg e Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram 69,06 meq/Kg, porém Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram acidez média de 112,80 meq/Kg, valor duas vezes superior ao encontrado neste trabalho, demonstrando a necessidade de se estabelecer parâmetros de qualidade a este produto, já que a acidez é um parâmetro de qualidade importantíssimo, inibindo ou favorecendo o crescimento microbiano. Para mel de meliponíneos, Cortopassi-Laurino e Gelli (1991) detectaram índices de acidez variando de 30,00 a 90,00 meq/kg; Souza et. al. (2006), 58,53 meq/Kg, e Vit et. al. 1998, analisando méis da tribo Trigonini da Venezuela, a qual pertence à *Tetragonisca angustula*, identificaram valores para acidez de 20,00 a 94,00 meq/kg, permitindo comparar os dados encontrados a este estudo, sendo possível afirmar que estão dentro dos propostos.

Considerando os valores obtidos nesta pesquisa e os mencionados na literatura englobando a espécie em questão e de forma geral os meliponíneos, é

possível observar que não se enquadram no limite estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) e Internacional (Codex, 1990), que especificam valores máximos de 50 meq/Kg para mel. Já em suas inúmeras pesquisas, Villas-Bôas e Malaspina (2005) estabeleceram valor máximo de 85 meq/Kg; logo os valores encontrados neste trabalho estão dentro deste limite, porém não se trata de uma norma vigente, mas que deve ser considerada como contribuinte para a legalidade deste produto.

A legislação nacional é limitada, já que está direcionada ao mel produzido pela *Apis mellifera*. Logo, se for considerado o valor máximo de 50 meq/Kg como preconiza, o mel da *Tetragonisca angustula* encontra-se impróprio para o consumo, porém, não se trata disso, já que a acidez encontrada é uma característica intrínseca do produto e não um indicativo de deterioração e ainda pode ser influenciada por diversos fatores, como flora, estado de maturação do mel, presença de ácidos orgânicos e inorgânicos.

4.2 Açúcares redutores

Para a variável açúcares redutores, encontrou-se uma média de 58,20% apresentando mínimos e máximos respectivamente de 54,55 e 63,43%. Valores desta natureza foram mensurados por Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998), que encontraram 58,19%, e Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), que obtiveram 58%. Almeida-Anacleto (2007) encontrou média de 55,46% (variando de 48,66 a 57,97%). Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), em sua caracterização físico-química, apresentaram valor de 53%, valor inferior ao revelado neste estudo, mas condizente com a variação obtida no trabalho de Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), que também ratifica o presente estudo.

No contexto geral, para mel de meliponíneos, os valores de açúcares redutores foram mencionados por Vit et. al. (1998) na Venezuela, em torno de 51,20 % a 70,40 % para a tribo Trigonini, na qual está inserida a abelha Jataí. Carvalho et. al. (2006) encontraram valores de 42,55 a 55,61%. Souza et. al. (2006), em pesquisa com 152 amostras de méis de diferentes espécies de meliponíneos de oito países do continente americano, constataram uma amplitude de 58,0 a 75,7%, que está de acordo com a pesquisa em questão. Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) obtiveram valores de 60,18 a 61,53% e, por fim, Souza (2008) obteve valores em torno de 44,3 e 93,1%.

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece valores mínimos de 65,0% e a internacional (CODEX, 1990), mínimo de 60,0%. Villas-Bôas e Malaspina (2005) preconizaram valores máximos de 50%. Os resultados obtidos na pesquisa, se forem regidos pela legislação, são considerados fora dos padrões de qualidade, já que são inferiores ao mínimo estabelecido.

4.3 Cinzas

Para esta variável, encontrou-se uma média de 0,20%, com mínimo de 0,20 e máximo de 0,21%. Almeida-Anacleto (2007) encontrou média de 0,3 (variando de 0,21 a 0,60%), demonstrando resultados aproximados do encontrado nesta pesquisa. Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram 0,45%, Souza et. al. (2006) encontraram valores médios de 0,37%, e Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), 0,36 %. Trabalhos desenvolvidos com mel de meliponíneos por Souza (2008) identificaram valores de 0,01 a 0,45%, Vit et. al. (1998), 0,29 a 0,52 %, para amostras de méis da tribo Trigonini da Venezuela, e Carvalho et. al. (2006) obtiveram valores de cinzas variando 0,04 a 0,50%. São valores superiores quando comparados ao resultado obtido nesta pesquisa e podem ser justificados pela origem botânica do mel, uso de boas práticas na coleta, não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo meliponicultor, indicador de poluição ambiental e procedência geográfica (ANKLAM, 1998).

A legislação estipula que os máximos permitidos para mel de flores é de 0,6% e em mel de melato, 1,0 % (BRASIL, 2000). Já Villas-Bôas e Malaspina (2005) estabeleceram valor máximo 0,6 %, sendo assim, o mel encontra-se dentro dos padrões de qualidade.

4.4 pH

Para a variável pH, encontrou-se uma média 3,82, com mínimo e máximo de 3,80 e 3,90, respectivamente, apresentando coerência quando comparados aos estudos de IWAMA (1977), que obteve média de 4,2 (variando de 3,2 a 7,4). Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram valor de 3,8, Souza et. al. (2006), de 3,98; Almeida-Anacleto (2007) obteve uma média de 4,10 (variando entre 3,54 e 4,64).

Para meliponíneos, Souza (2008) encontrou valores que variaram de 3,12 a 6,5, o que, no contexto geral, contempla os valores identificados no presente estudo. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) não estipula valores de pH, porém é sabido que este parâmetro ratifica a integridade do produto, contribui para estabilidade microbiana, principalmente aos patogênicos, já que o meio ácido é considerado uma barreira, pois torna o ambiente inóspito, garantindo a qualidade do mel.

4.5 Sacarose

Para a variável sacarose, encontrou-se uma média de 2,80%, com mínimo de 1,03 e máximo de 6,33 %, valores que estão próximos aos verificados por

Rodrigues et. al. (1998), de 1,17%, por Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), de 2,35%, e Almeida-Anacleto (2007), com 0,95% (variando de 0,13 a 2,32 %). Para meliponíneos, Carvalho et. al. (2006) obtiveram valores de 0,85 a 2,15%; Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos, (2007) encontraram valores que variaram de 0,08 a 0,21%, e Souza (2008) identificou variações 0,2 a 9,5%. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece, para sacarose, um máximo de 60%. O Codex (1990) limita no máximo 5% de sacarose; Villas-Boas e Malaspina (2005) propõem o máximo de 6,0%. Os valores determinados no presente estudo encontram-se inferiores ao máximo estabelecido encontrando respaldo nas normas legais.

4.6 Sólidos insolúveis

Para a variável sólidos insolúveis, encontrou-se uma média de 0,46%, com mínimo de 0,44 e 0,48% de máximo. Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram valor de 2,86%. Villas-Bôas e Malaspina (2005) observaram um limite máximo de sólidos insolúveis de 0,4%. A literatura apresenta valores escassos para sólidos insolúveis.

O resultado obtido no presente trabalho condiz com o valor estipulado pela legislação, que normatiza 0,1% para mel centrifugado e 0,5% para mel prensado, sendo este último método utilizado para coleta do mel (BRASIL, 2000). Os sólidos insolúveis são as partículas do mel maiores que 15,40 µm, como grãos de areia, restos de vegetais e madeira, e não são solúveis em água a 80 °C. Quando se apresentam em quantidades superiores, estão relacionados à não adoção de boas práticas de coleta em todo o processo produtivo (SENAI, 2009).

4.7 Umidade

Para a variável umidade, encontrou-se uma média de 25,40%, com mínimo e máximo de 24,80 e 25,80%, respectivamente. Pesquisas realizadas por autores com as características físico-químicas da *Tetragonisca angustula* mostram valores de umidade que se aproximam e outros que são superiores aos encontrados no presente estudo.

Pesquisas desenvolvidas por Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram 25%; Rodrigues et. al. (1998), 26,1%; Souza et. al. (2006), 26,62%; Iwama (1977), média de 27,4%, variando entre 22,70 a 35,4%; Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), 23,7%, Almeida-Anacleto (2007) encontrou valor médio de 23%. Ao trabalhar com mel do mesmo meliponíneos, Pamplona (1989) obteve uma umidade de 40,2%, valor duas vezes superior ao estipulado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e superior ao estipulado por Villas-Bôas e Malaspina

(2005), de 35%. De uma forma geral, para meliponíneos, Cortopassi-Laurino e Gelli (1991), em seus estudos, verificaram valores variando entre 18% a 36%; Souza et. al. (2006), com diferentes espécies de meliponíneos, constataram variação entre 19,90 e 41,90% de umidade; Souza (2008) encontrou 21% a 43,8%; Vit et. al. (1998), 17,9% a 29,5% para Trigonini.

Segundo a Normativa n. 11/2000 e o Codex (1990), o máximo de umidade permitido é 20%, logo, o mel de abelha Jataí é considerado fora do parâmetro de qualidade, estando impróprio para o consumo. Contudo, valores superiores a 20% de umidade são comumente encontrados no mel de *Tetragonisca angustula* e no mel de meliponíneos. Villas-Bôas e Malaspina (2005) propõem valor de 35% de umidade, estando o presente estudo dentro do estabelecido.

A Tabela 5 apresenta os dados desta pesquisa que foram confrontados com a legislação nacional (BRASIL, 2000), a internacional (Codex, 1990), Villas-Bôas e Malaspina (2005), Vit et. al. (1998), Denadai, Ramos e Costa, (2002), Marchini et. al. (2004), Almeida-Anacleto (2007) e dados do presente estudo.

4.8 Testes de adulterantes

Os testes de adulterantes são parâmetros de qualidade que, aliados às boas práticas de coleta e processo, visam identificar fraudes por adição de soluções açucaradas que podem ocorrer no beneficiamento do mel, filtração, centrifugação ou decantação, ou técnicas refinadas. No presente trabalho, não se identificou nada anormal, estando tudo em conformidade com a legislação.

Tabela 5 – Comparação de dados da legislação brasileira (2000), Codex (1990), estudos correlatos de Villas-Bôas; Malaspina, (2005); Lopes (2015) dados obtidos neste trabalho; Iwana (1977); Pamplona (1989); Almeida-Anacleto (2007); Cortopassi-Laurino; Gelli (1991); Vit et al., (1998); Rodrigues et al. (1988); Denadai; Ramos Filho; Costa (2002); Souza et al. (2006); Carvalho et al. (2006); Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos (2007); Souza (2008); Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013)

	Acidez (meq/Kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos In- solúveis (%)	Umidade (%)
Legislação Brasileira (2000)	max. 50,00	min. 65,00	max. 0,60	–	max. 60,00	¹ (0,10 – 0,50) ²	max. 20,00
Codex (1990)	max. 50,00	min. 60,00	–	–	max. 5,00	–	max. 20,00
Villas-Bôas e Malaspina (2005)	max. 85,00	max. 50,00	max. 0,60	–	max. 6,00	max. 0,40	min. 35,00
Lopes (2015) (min.– max.)	56,44 (47,41 – 65,00)	58,20 (54,55 – 63,43)	0,20 (0,20 – 0,21)	3,82 (3,80 – 3,90)	1,58 (1,03 – 6,33)	0,46 (0,44 – 0,48)	25,37 (24,80 – 25,80)
Iwana (1977)	–	–	–	4,20 (3,20 – 7,40)	–	–	27,40 (22,70 – 35,40)
Pamplona (1989)	–	–	–	–	–	–	40,20
Almeida-Anacleto (2007) (min.– max.)	45,23 (17,00 – 98,00)	55,46 (48,66 – 57,97)	0,30 (0,21 – 0,60)	4,10 (3,54 – 4,64)	0,95 (0,13 – 2,32)	–	23,00
Cortopassi-Laurino e Gelli (1991)	* (30,00 – 90,00)	–	–	–	–	–	* (18,00 – 36,00)

(continua)

Tabela 5 – Comparação de dados da legislação brasileira (2000), Codex (1990), estudos correlatos de Villas-Bôas; Malaspina, (2005); Lopes (2015) dados obtidos neste trabalho; Iwana (1977); Pamplona (1989); Almeida-Anacleto (2007); Cortopassi-Laurino; Gelli (1991); Viç et al., (1998); Rodrigues et al. (1988); Denadai; Ramos Filho; Costa (2002); Souza et al. (2006); Carvalho et al. (2006); Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos (2007); Souza (2008); Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013) (continuação)

	Acidez (meq/Kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos In- solúveis (%)	Umidade (%)
Viç et al (1998)	(20,00 – 94,00)	(51,20 – 70,40)	(0,29 – 0,52)	–	–	–	(17,90 – 29,50)
Rodrigues et. al. (1998)	–	58,19	–	–	1,17	–	26,10
Denadai, Ramos Filho, Costa (2002)	112,80	(58,19 – 58,0)	0,45	3,80	2,35	–	23,70
Souza et. al (2006)	*58,53	*(58,0 – 75,70)	0,37	3,98	–	–	26,62 *(19,90 – 41,90)
Carvalho et. al. (2006)	–	*4(2,55 – 55,61)	*(0,04 – 0,50)	–	*(0,85 – 2,15)	–	–
Almeida–Muradian, Matsuda, Bastos (2007)	24,70	*(60,18 – 61,53)	–	–	*(0,08 – 0,21)	–	–
Souza (2008)	–	*(44,30 – 93,10)	*(0,01 – 0,45)	*(3,12 – 6,50)	*(0,20 – 9,50)	–	(21,00 – 43,80)
Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013)	69,06	53,00	0,36	–	–	2,86	25,00

Fonte: Autoria própria.

Notas:

(1): Mel centrifugado; (2): Mel prensado; (*) Mel meliponíneos; Mín.: valor mínimo observado; Máx.: valor máximo observado.

6 Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a legislação vigente para mel não contempla o mel da espécie em questão. Das características físico-químicas avaliadas: acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, umidade e testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund), apenas cinzas, sólidos insolúveis e sacarose foram contempladas pela legislação (BRASIL, 2000). De acordo com o Codex (1990), somente a característica cinzas esteve dentro dos padrões. Segundo Villas-Bôas e Malaspina (2005) – a referência que estipula valores para mel de meliponíneos –, cinzas, sólidos insolúveis, sacarose e umidade se encontram dentro dos parâmetros preconizados. Conclui-se que há necessidade de uma legislação diferenciada para o mel de abelhas sem ferrão devido às suas características intrínsecas, já que a existente contempla apenas o mel de *Apis mellifera*.

Referências

- AIDAR, D. S. Meliponídeos e ecossistemas. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE APICULTURA. Guarapuava, 1997.
- ALMEIDA-ANACLETO, D. Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, estado de São Paulo. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- _____. Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo. 2007. 141f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; MATSUDA, A. H.; BASTOS, D. H. M. Physico-chemical parameters of Amazon Melipona honey. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 707-708, 2007.
- ANKLAM, E. A review of analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, v. 61, n. 4, p. 549-562, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official Methods of Analysis*. 17. ed. Gaithersburg: AOAC, 1990.

- AZEREDO, L. C.; AZEREDO, M. A. A.; BESER, L. B. de O. Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Florianópolis, 2000.
- BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Revista Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 49-52, jan.-mar. 2007.
- BEZERRA, J. A. A rainha do sertão. **Revista Globo Rural**, São Paulo, v. 17, n. 202, p. 62-69, ago. 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. 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. et al. **Mel de abelha sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: UFBA/SEAGRI, 2005.
- _____. Composição físico-química de méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão provenientes da ilha de Itaparica, Bahia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Aracajú, 2006.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – CAC. **Official methods of analysis**, v. 3, Suppl. 2, 1990.
- CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile; Facultad de Ciencias Agrárias, 1988. p. 145-171.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D. S. Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de *Méliponinés* du Brésil. **Apidologie**, v. 22, p. 61-73, 1991.

COSTA, L.; ALBUQUERQUE, M.; TRUGO, L.; QUINTEIRO, L.; BARTH, O.; RIBEIRO, M.; DE MARIA, C. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food Chemistry*, v. 65, p. 347-352, 1999.

COUTINHO, D. A. **Estudos físico-químicos de méis do Curimataú Paraibano**. 2006. 25f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

CRANE, Eva. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975.

_____. Constituintes e característica do mel. In: **O livro do Mel**. São Paulo: Nobel, 1983

DENADAI, J. M.; RAMOS FILHO, M. M.; COSTA, D. C. Características físico-químicas de mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Campo Grande MS. Obtenção de parâmetros para análise de rotina. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Campo Grande, 2002.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E. M. F. Análise físico-química dos méis de abelha *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzido em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 166-1171, 2005.

GOOGLE MAPS. Felisberto-PR Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Felisberto++PR/@24.0461747,50.6387278,762m/data=!3m1!1e3!4m18!1m15!4m14!1m6!1m2!1s0x94ea243901ad3b5:0x5cd94976cee1ebb5!2sCuri%C3%BAva++PR!2m2!1d50.4581175!2d24.0366505!1m6!1m2!1s0x94ea329ce587b6a3:0x638834b8abe7cca6!2sBairro+doFelisberto++PR!2m2!1d-50.65!2d24.033333!3m1!1s0x94ea2d9b5df5eab:0xe3cd263d2909afb9>>. Acesso em: 6 maio 2015.

GODÓI, R. **Criação racional de abelhas jataí**. São Paulo: Ícone, 1989.

HORN, H. Alunos da disciplina análise de mel da Universidade de Hoheim, Alemanha. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 11., Teresina, 1996. **Anais...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p. 403-429.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Açúcares e produtos correlatos. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. p. 330-343.
- IWAMA, S. A. Influência de fatores climáticos na atividade externa da *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Boletim do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, p. 189-201, 1977.
- KERR E. W.; CARVALHO G. A.; NASCIMENTO V. A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangau, 1996.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL – LANARA. XXV Mel. In: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – métodos físicos e químicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. p. 6-7.
- LACHMAN, J. et al. Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 3, p. 973-979, 2007.
- MAPHILL. **Map Search**: Maps of Felisberto. Disponível em: <<http://www.maphill.com/atlas/24s00-50w55/location-maps/satellite-map/>>. Acesso em: 6 maio 2015.
- MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado de Tocantins, Brasil. **B. Industr.anim.**, N. Odessa, v. 61, n. 2, p. 101-114, 2004.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V. Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas Canudo (*Scaptotrigona depilis*) e Jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 239-248, 2013.
- ORTIZ-VALBUENA, A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**, n. 5, p. 8-9, 1988.

- PAMPLONA, B. C. Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas. 1989. 131f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- RODRIGUES, A. C. L.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Análises de mel de *Apis mellifera* L. 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. *Revista da Agricultura*, v. 73, n. 3, p. 255-262, 1998.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. *Apicultura e meliponicultura*. 2013. Disponível em: <<http://segmentos.sebrae2014.com.br/ideiasdenegocios/apicultura=-e-meliponicultura/?id=2933&t=4#>>. Acesso em: 2 jun. 2014.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. *Segurança e qualidade para a apicultura*. Brasília, 2009
- SILVA, E. V. C. Caracterização e pasteurização de méis de abelhas *Melipona Fasciculata* (Uruçu Cinzenta) e *Apis mellifera* (Africanizadas). 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- SOUZA, B. A. et al. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Tetragonisca angustula*, provenientes das regiões do litoral norte e metropolitana do Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. Aracajú, 2006.
- SOUZA, B. A. Meliponicultura tradicional e racional. In: VIT, P.; SOUZA, B. A. *Evaluación sensorial de miel de abejas*. Mérida: APIBA Universidad de Los Angeles, 2007. p. 17-24.
- _____. Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona Illiger*, 1806. 2008. 107f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- VENTURIERI, G. C. *Criação de abelhas indígenas sem ferrão*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

- VIDAL, R.; FREGOSI, E. V. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984.
- 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. et al. Venezuelan stingless bee honey characterized by multivariate analysis of physico chemical properties. **Apidologie**, v. 29, p. 377-389, 1998.
- WHITE JÚNIOR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey: collaborative study. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry**, v. 62, n. 3, p. 515-526, 1979.