

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO DE CASCAVEL, PARANÁ

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF STINGLESS BEE HONEY FROM CASCAVEL, PARANÁ

Vitor Mayorca Camargo¹

Natássia Jersak Cosmann²

Edvaldo Geraldo Junior³

Lilian Orvatti⁴

Resumo: A produção do mel de abelhas nativas sem ferrão, ou meliponicultura, é uma atividade muito desenvolvida no Brasil. Todas as espécies de abelhas nativas brasileiras são abelhas sem ferrão da família Apidae, com destaque à tribo Meliponini. Somente no estado do Paraná foram identificadas 32 espécies de abelhas sem ferrão, sendo que a meliponicultura na região apresentou um crescimento vertiginoso nos últimos anos, especialmente em áreas urbanas onde a criação se torna possível graças à incapacidade de ferroar destas abelhas. Diante do crescente número de pequenos criadores no Município de Cascavel/PR, evidenciou-se a necessidade da realização de análises físico-químicas no mel produzido, especialmente para definir se o mel oriundo de espécies diferentes de abelhas sem ferrão apresenta características físico-químicas distintas. Sendo assim, objetivou-se realizar a caracterização físico-química de amostras de mel de abelhas nativas sem ferrão, fornecidas por um meliponicultor da região. Foram realizadas análises de potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, acidez livre, acidez lactônica, acidez total, Sólidos Solúveis Totais (SST), umidade e cor, de amostras de mel produzidas por três diferentes espécies de abelhas sem ferrão: *Tetragonisca angustula* (Jataí); *Scaptotrigona postica* (Mandaguari); e *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia). Em relação aos resultados observou-se que os méis apresentaram características distintas, sendo que o mel de Mandaçaia foi o que mais diferiu entre as três espécies analisadas. Constata-se ainda que, as amostras não estão em conformidade com a legislação para a maioria dos parâmetros, isto porque a legislação atual baseia-se no mel de *Apis mellifera*, abelhas européias, que possui características diferentes daquele produzido por abelhas nativas, não sendo um meio adequado para definir a qualidade do mel destas abelhas. Sendo assim, evidencia-se a necessidade da criação de uma legislação específica para o mel produzido por meliponíneos, o que contribuirá com o comércio deste produto e consequente geração de renda para meliponicultores.

Palavras-chave: Meliponicultura. *Tetragonisca angustula*. *Scaptotrigona postica*. *Melipona quadrifasciata*. Análises Químicas.

¹ Técnico em análises químicas, egresso do Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel. 1vitor.camargo@gmail.com

² Bióloga, doutora em Engenharia Agrícola, docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel. natassia.cosmann@ifpr.edu.br

³ Biólogo, mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, docente do Centro Universitário UNIVEL. edvaldogeraldojr@gmail.com

⁴ Bióloga, mestre em Biologia das Interações Orgânicas, docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel. lilian.orvatti@ifpr.edu.br

Abstract: The production of honey from native stingless bees, known as meliponiculture, is a well-established practice in Brazil. All Brazilian native bee species belong to the Apidae family, specifically the Meliponini tribe. In the state of Paraná, 32 species of stingless bees have been identified, and meliponiculture has experienced rapid growth, particularly in urban areas where beekeeping is feasible due to the stingless nature of these bees. As the number of small-scale beekeepers in Cascavel, Paraná, has increased, the need for physical-chemical analysis of the honey produced has become evident, particularly to determine if honey from different species of stingless bees exhibits distinct physical-chemical characteristics. Therefore, the main objective of this study was to perform a physical-chemical characterization of honey samples produced by a local beekeeper. We conducted analyses on pH, conductivity, free, lactic, and total acidity, total soluble solids (TSS), humidity, electrical conductivity, and color of honey samples from three different species of stingless bees: *Tetragonisca angustula* (Jataí); *Scaptotrigona postica* (Mandaguari); and *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia). The results indicated that the honeys exhibited distinct characteristics, with the Mandaçaia honey showing the greatest divergence among the three species analyzed. Additionally, it was observed that the samples did not comply with the legislation for most parameters. The current legislation is based on European bee honey, which possesses different characteristics than honey produced by native bees. Consequently, this approach does not adequately define the quality of honey from native stingless bees. Therefore, the establishment of specific legislation for honey produced by meliponines is necessary. Such legislation would contribute to the trade of this product and generate income for native beekeepers across the country.

Keywords: Meliponiculture. *Tetragonisca angustula*. *Scaptotrigona postica*. *Melipona quadrifasciata*. Chemical Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de a maior parte das espécies serem solitárias (KOCHER; PAXTON, 2014), as abelhas mais popularmente conhecidas são aquelas que vivem em sociedades. Segundo Vit, Pedro e Roubik (2013), às abelhas conhecidas como eussociais possuem diferentes níveis de organização dentro de suas colmeias. As colônias podem ter de centenas a milhares de indivíduos, representados por operárias, zangões e uma rainha.

As abelhas sem ferrão são insetos sociais que vivem em uma comunidade harmônica e organizada. Elas geralmente se alojam dentro de colméias resistentes às pressões ambientais externas, característica que permitiu que esses insetos se espalhassem por quase todo os continentes (BARBOSA *et al.*, 2007) e se tornassem o principal polinizador de grande parte das espécies de angiospermas (BARBOSA *et al.*, 2017).

Orr (2021) afirma que cerca de 8,9% das 20.555 espécies de abelhas já catalogadas no mundo estão no Brasil. Praticamente todas as espécies de abelhas nativas brasileiras são sem ferrão, da família Apidae, com destaque à tribo Meliponini, com mais de 244 espécies catalogadas no país todo (PEDRO, 2014). Dessa forma, estima-se que abelhas sem ferrão são responsáveis pela polinização de cerca de 90% da flora nativa (KERR; ZILSE; NASCIMENTO, 1996).

Pedro (2014) constata que das 244 espécies de abelhas sem ferrão catalogadas no Brasil, 32 delas ocorrem no estado do Paraná, com destaque para as abelhas Mirins (*Plebeia* spp.), as abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*), a Mandaguari (*Scaptotrigona postica*) e a Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*).

Além da importância ambiental, os meliponíneos também geram produtos de grande valor comercial, como a cera, o própolis e o mel (SILVA; PAZ, 2012). A cera serve como estrutura para a colméia, sendo que para humanos pode ser utilizada na fabricação de utensílios como velas, tintas e lubrificantes (SAMPAIO; CASTRO; SILVA, 2009). O própolis é usado para a

proteção da colmeia e por humanos, para fins medicinais (BARBOSA *et al.*, 2007). O mel é o mais relevante desses produtos, por ser um alimento doce e nutritivo.

As abelhas fabricam o mel para estocá-lo, pois assim ele poderá ser utilizado na alimentação das larvas ou como alimento reserva para os dias mais frios do ano (BERENBAUM; CALLA, 2021). Segundo Schlabitz, Silva e Souza (2010), o mel é produzido a partir do néctar coletado de diversas plantas e é processado dentro das colmeias com a ajuda de enzimas produzidas pelas próprias abelhas.

Ajibola (2015) constata que, em média, 100 gramas de mel possuem 88 gramas de carboidratos totais e cerca de 370 kcal. Além disso, de acordo com Silva e Paz (2012), o mel é rico em proteínas, vitaminas (niacina, riboflavina e ácido pantotênico) e minerais (cálcio, ferro, fósforo e potássio). Devido à sua doçura e ao seu grande valor nutricional, o ser humano se interessa pelo mel desde a pré-história (FRANCO, 1995).

Segundo Kerr, Zilse e Nascimento (1996) e Villas-Bôas (2012) no Brasil, a meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão) é uma prática preferível em relação à apicultura (criação de abelhas com ferrão), uma vez que as abelhas nativas sem ferrão polinizam facilmente a flora local, além de serem capazes de produzir um mel mais saboroso. Os mesmos autores ainda afirmam que o processo exige planejamento e começa na escolha da espécie, sendo recomendado o uso de uma espécie de abelha nativa da região.

Segundo Ananias (2010), as características gerais do mel dependem diretamente da espécie de abelha que o produziu, da flora e do clima da região e das condições em que o mel foi coletado e armazenado. Sendo assim, há necessidade de se padronizar as características físico-químicas no mel comercializado, já que isso evita a venda de produtos adulterados, garantindo a qualidade. A norma brasileira que regulamenta a padronização dos mel para fins comerciais é a Instrução Normativa N° 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000). O documento regulamenta alguns parâmetros como:

cor; umidade; açúcares redutores; sacarose aparente; acidez; taxas de sólidos insolúveis em água; minerais (cinzas); atividade diastásica; e hidroximetilfurfural.

A legislação brasileira, que determina a qualidade do mel comercializado, baseia-se na legislação europeia, a qual atende as características do mel de *Apis mellifera* (abelha europeia) (BRASIL, 2000). Isso se deve principalmente à falta de dados sobre as características do mel produzido pelas espécies brasileiras sem ferrão (FERNANDES, 2017). No entanto, conforme Ribeiro *et al.* (2019) o mel produzido por abelhas sem ferrão apresenta diferenças em relação ao mel de abelhas europeias: é menos doce; mais ácido; e mais úmido. Além disso, Grandó (2018) e Souza *et al.* (2009), após realizarem análises físico-químicas em amostras de méis de abelhas sem ferrão nativas do Brasil, constataram que quase todas as amostras encontravam-se fora dos padrões estabelecidos pela legislação em pelo menos um parâmetro.

A caracterização físico-química do mel também colabora com a problemática de comercialização de mel contaminado ou adulterado. Segundo Fakhlaei *et al.* (2020), a maioria dos métodos de adulteração do mel envolve a adição de água e altas doses de diferentes tipos de açúcares. Por consequência, o consumo intensivo de mel adulterado pode resultar em obesidade, diabetes, pressão alta e ganho de peso, além de causar sérios danos a órgãos como os rins, coração e cérebro. Ademais, Cani (1998) estima que, grande parte do mel vendido no Brasil é adulterado das mais diversas maneiras, evidenciando a necessidade de análises para que seja possível, por exemplo, diferenciar o mel de meliponíneos, com alto teor de umidade, do mel adulterado, que geralmente possui características semelhantes desse parâmetro.

Neste contexto, evidenciou-se a necessidade de realizar análises dos produtos da meliponicultura da região, a fim de determinar a qualidade e analisar se o mel de espécies diferentes de abelhas sem ferrão apresentam

características físico-químicas distintas. Além de verificar se o mel produzido está de acordo com os parâmetros estabelecidos na legislação vigente, gerando, assim, dados que possam contribuir com a elaboração de uma legislação específica para o mel de abelhas sem ferrão. Ademais, os resultados poderão favorecer a otimização da produção dos meliponicultores e, conseqüentemente, o aumento da renda dos mesmos, contribuindo com mudanças na realidade local.

Desse modo, objetivou-se realizar a caracterização físico química em amostras de mel de diferentes espécies de abelhas sem ferrão, produzidos na cidade de Cascavel/PR. Para tal caracterização foram obtidos méis de três espécies de abelhas sem ferrão: *Tetragonisca angustula*; *Scaptotrigona postica*; e *Melipona quadrifasciata*.

A espécie *Tetragonisca angustula*, popularmente denominada de “Jataí”, abrange as abelhas sem ferrão mais conhecidas na América Latina, uma vez que ocorrem desde o sul do México até o sul do Brasil (CAMARGO; PEDRO, 2013). São abelhas relativamente pequenas, cujo tamanho varia de 4 mm a 5 mm (WITTMANN, 1985), possuem cor dourada e, assim como todas as abelhas da tribo *Meliponini*, seu ferrão é atrofiado (FONSECA, 1984).

As abelhas dessa espécie se adaptam bem a quase qualquer ambiente. Elas são capazes de formar colmeias em diversos tipos de lugares, como troncos de árvores, buracos de alvenaria e até ninhos abandonados de pássaros, principalmente de João-de-Barro (MONTENEGRO, 2018).

Segundo Montenegro (2018) o sabor do mel de Jataí é muito apreciado e por possuir atividade antimicrobiana também é utilizado na medicina popular. Por causa disso, esse mel pode custar até oito vezes mais que o mel de *Apis mellifera*. Além disso, de acordo com Nogueira-Neto (1997), o mel de *T. angustula* é um dos mais seguros e higiênicos disponíveis no mercado, uma vez que essas abelhas não têm o costume de coletar barro e fezes de animais para a construção de sua colônia.

A espécie *Scaptotrigona postica*, também conhecida como “Mandaguari”, está inserida na subfamília Meliponinae e agrupada na tribo Trigonini (FERREIRA, 2010), sendo uma espécie de abelha sem ferrão muito comum no Brasil, Peru e Bolívia (CAMARGO; PEDRO, 2013). As colônias de *S. postica* podem conter mais de 20.000 indivíduos (MACEDO, 2016), característica que entra em conformidade com o temperamento dos indivíduos da espécie. Segundo Ávila (2019) a *S. postica* é uma abelha agressiva que, quando ameaçada libera uma cera mole que se incorpora à pele e aos pelos da vítima, atordoando-a e facilitando com que as abelhas a ataquem com suas mandíbulas. Segundo Macedo (2016) essas abelhas, assim como as Jataí, criam suas colmeias nos mais variados tipos de locais, dando preferência aos ocos de árvores mortas.

Já a espécie *Melipona quadrifasciata* é a abelha sem ferrão mais popularmente conhecida no Brasil sendo, também, a mais utilizada para a produção de mel (CALASANS, 2012). Ela ocorre no nordeste da Argentina, no leste do Paraguai e do norte ao sul do Brasil (CAMARGO; PEDRO, 2013). Também são chamadas de mandaçaia, nome de origem indígena que significa “vigia bonito”, uma vez que as operárias dessa espécie possuem o hábito de vigiar constantemente a entrada do ninho (MOURE; KERR, 1950 apud CALASANS, 2012), que pode ter uma população de 300 a 900 indivíduos (BRITO *et al.*, 2013).

Por ano, uma colmeia de *Melipona quadrifasciata* produz cerca de 2 litros de mel num ambiente natural e de boa florada (SAMPAIO *et al.*, 2013). Segundo Silva (2015) os méis dessa espécie possuem características únicas, que os diferenciam dos produzidos por abelhas do gênero *Apis*. Constata-se que o mel de *Melipona quadrifasciata* é mais úmido, menos denso, de coloração mais clara, com sabores únicos e, no geral, mais suaves que os méis comumente encontrados em mercados. Essas características, de acordo com Ostrovski (2019), fazem com que esse mel assegure um nicho comercial como produto diferenciado.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais e Métodos

Foi caracterizado o mel produzido por três diferentes espécies de abelhas sem ferrão: *Tetragonisca angustula* (Jataí); *Scaptotrigona postica* (Mandaguari); e *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia). As amostras foram obtidas diretamente de um meliponário urbano de Cascavel-PR, por doação. A coleta das amostras ocorreu no dia 16 de outubro de 2021 e foram coletados cerca de 100 mL de cada amostra.

O mel de *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia) e de *Scaptotrigona postica* (Mandaguari) foram coletados pelo método de sucção, com o uso de uma Pipeta Pasteur, que foi inserida diretamente nos potes da colmeia. Os potes foram perfurados utilizando um espeto de madeira descartável. Devido à sua viscosidade o mel de *Tetragonisca angustula* (Jataí) não pôde ser coletado com o uso da pipeta. Após a perfuração do pote, a caixa foi inclinada propiciando que parte do mel escorresse para o recipiente de coleta. Alguns dos potes de armazenamento de mel foram comprimidos sobre uma peneira com o auxílio de duas colheres de inox, higienizadas (Figura 4). De acordo com Villas-Bôas (2012), as abelhas Jataí organizam melgueiras limpas, o que possibilita a aplicação dos métodos de compressão ou perfuração para coleta do mel (VILLAS-BÔAS, 2012).

Todas as amostras coletadas foram transferidas para recipientes de vidro previamente esterilizados. Estas foram transportadas para o laboratório de Química do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Campus Cascavel, onde foram armazenadas sob temperaturas entre 4°C e 8°C, conforme recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2017). Nas semanas seguintes à coleta, as amostras foram submetidas à análises de Sólidos Solúveis Totais (SST), umidade, potencial hidrogeniônico (pH), acidez, cor e condutividade elétrica, conforme descrito a seguir. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

O teor de SST foi determinado com o uso de um refratômetro digital Milwaukee MA871. Os resultados foram obtidos em °Brix (1g de sólidos / 100g de amostra).

O valor de umidade foi determinado conforme o recomendado por Brasil (2000), e parte do princípio de que um grau Brix equivale a 1g de sólidos solúveis totais para 100g de solução. Sendo assim, assume-se que a umidade compunha toda a parcela de não-sólidos da solução. Para isso, aplicou-se o valor de SST previamente obtido na seguinte fórmula:

$$100 - \text{°Brix} = \% \text{umidade.}$$

A determinação de pH e acidez se deu conforme o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para isso, pesou-se 10g da amostra em um béquer de 250 mL, que foi dissolvida em 75 mL de água. A solução foi agitada com um agitador magnético e, após atingir a homogeneidade, o valor do pH foi obtido ao se mergulhar na mistura o eletrodo de um pHmetro de bancada previamente calibrado.

Para a obtenção dos valores de acidez livre, lactônica e total, a amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,05 N até atingir pH 8,5, anotando-se o volume gasto na titulação (V). Em seguida adicionou-se mais 10 mL de solução de hidróxido de sódio 0,05 N, sendo a amostra titulada com solução de ácido clorídrico 0,05 N até atingir o pH 8,30 (Va). O processo foi repetido com todas as amostras e os dados obtidos foram aplicados nas equações:

$$\frac{(V - V_b) \times 50 \times f}{P} = \text{acidez livre, em miliequivalentes por kg;}$$

V = mL de solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação;

V_b = mL de NaOH 0,05 N necessário para titular 75 mL de água até pH 8,5;

f = fator da solução de NaOH 0,05 N;

P = massa da amostra em g;

$$\frac{(10 - \square) \times 50 \times \square'}{\square} = \text{acidez lactônica, em miliequivalentes por kg;}$$

Va = mL de solução de HCl 0,05 N gasto na titulação;

f' = fator da solução de HCl 0,05 N;

P = massa da amostra em g;

Acidez livre + Acidez lactônica = Acidez total em miliequivalentes por kg.

A cor foi determinada pelo método espectrofotométrico proposto por Gomes *et al.* (2017). Para tal, separou-se 5 mL de cada amostra de mel, que foi diluída em água destilada na proporção de 1:2. Em seguida, a absorbância da mistura foi determinada em um espectrofotômetro DU-8800RS (Drawell), sob o comprimento de onda de 635 nm. Os resultados obtidos foram convertidos em cor utilizando a escala Pfund (Tabela 1).

Tabela 1: Escala Pfund.

Cor:	Branco água	Extra branco	Branco	Âmbar extra claro	Âmbar claro	Âmbar	Âmbar escuro
Absorbância:	0 - 80	80 - 170	170 - 340	340 - 500	500 - 850	850 - 1140	1140 - 1400

Fonte: White Jr. (1978).

A análise de condutividade elétrica foi feita conforme o método proposto por Bogdanov (2002). Em um Béquer, homogeneizou-se 10 g de cada amostra de mel em 50 mL de água destilada. Com o uso de um condutímetro determinou-se a condutividade elétrica das soluções, seguindo as instruções presentes no manual do equipamento.

2.2 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas das três amostras de mel estão descritos na Tabela 2. As equações, as médias e o desvio padrão foram calculados utilizando o software Microsoft Excel 2016.

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas de amostras de mel de abelhas sem ferrão.

	Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i>)	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata</i>)	Mandaguari (<i>Scaptotrigona postica</i>)
Sólidos Solúveis Totais (SST) (°Brix)	75,93 ± 0,40	70,8 ± 0,30	74,53 ± 0,15
Umidade (%) (100 – °□□□□)	24,07 ± 0,40	29,2 ± 0,30	25,47 ± 0,15
Condutividade Elétrica (uS/cm a 25°C)	1329,0 ± 22,0	567,7 ± 69,3	1750,6 ± 29,6
pH	4,35 ± 0,01	3,78 ± 0,03	4,406 ± 0,00
Acidez Livre (meq/kg)	67,73 ± 2,78	6,93 ± 1,20	83,40 ± 0,35
Acidez Lactônica (meq/kg)	47,322 ± 0,17	48,13 ± 0,17	47,09 ± 0,10
Acidez Total (meq/kg)	115,05 ± 2,70	55,06 ± 1,57	125,23 ± 0,70
Cor	Âmbar claro	Branco	Âmbar

*Resultados expressos em média, das triplicatas ± desvio padrão

Fonte: Os autores.

Os SST correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente (GOIS *et al.*, 2013). O grau Brix (°Bx) expressa o teor de sólidos solúveis em porcentagem do peso da matéria fresca, sendo a medida mais comumente utilizada para a determinação de sólidos solúveis totais em alimentos, pois trata-se de um método rápido e fácil de ser realizado (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). No entanto, a legislação brasileira não recomenda valores mínimos ou máximos para esse parâmetro.

Os resultados obtidos para SST (Tabela 2) se assemelham ao que foi inferido por Grando *et al.* (2018), 75,9 °Brix para méis de *T. angustula*, e por Fiorotti (2021), que obteve um valor médio de 70,12 °Brix para o mel de *M. quadrifasciata*. Por outro lado, Grando *et al.* (2018) obteve um valor de 69,33 °Brix para uma amostra de mel produzido pela espécie *S. postica*.

Gois *et al.* (2013) aponta que no mel, o teor de sólidos solúveis se aproxima consideravelmente ao teor de açúcares redutores, o que faz com que esta técnica seja comumente utilizada em indústrias. Nesse sentido, Marchini *et al.* (2004 apud GOIS *et al.*, 2013) afirmam que os açúcares redutores compõem cerca de 85% a 95% da composição sólida dos méis. Tomando como referência esses valores é possível estimar que os açúcares redutores para os méis analisados neste trabalho estão na faixa de: 64,54% a 72,13% para o mel de *Tetragonisca angustula*; 60,18% a 67,26% para o mel de *Melipona quadrifasciata*; e de 63,35% a 70,8% para o mel de *Scaptotrigona postica*.

Se forem considerados apenas os menores valores estimados para a quantidade de açúcares redutores, nenhuma das amostras atingiram o valor mínimo (65%) permitido pela legislação nacional (BRASIL, 2000). Porém, em qualquer um dos cenários, todas as amostras estão dentro do limite mínimo proposto por Villas-Bôas e Malaspina (2005), para o mel produzido por abelhas da tribo *Meliponini*, que é de 50%.

Sousa *et al.* (2013) obtiveram valores de 52,8% para o teor de açúcares redutores do mel de *M. quadrifasciata* (Mandaçaia). Já Montenegro (2018)

obteve valores médios de 58,89% para o mel produzido por abelhas da espécie *T. angustula* (Jataí). Por fim, Lira *et al.* (2014) obteve valores médios de 54,88% para os açúcares redutores produzidos por diversas espécies de abelhas do gênero *Scaptotrigona*.

Na análise de méis, a determinação de umidade é de extrema importância, uma vez que um conteúdo de água acima de 21% gera condições ideais para o desenvolvimento das leveduras naturalmente presentes no produto (CRANE, 1985 apud SANTOS *et al.*, 2016). De acordo com Alves *et al.* (2005) a umidade do mel depende da umidade do ambiente, do grau de maturidade alcançado, da composição do néctar utilizado pelas abelhas e da época do ano em que foi coletado.

Sendo assim, no presente trabalho, os valores de umidade obtidos foram: 24,07% para o mel de *T. angustula* (Jataí); 29,2% para o mel de *M. quadrifasciata* (Mandaçaia); e 25,47% para o mel produzido por *S. postica* (Mandaguari). Sendo que nenhum destes valores se enquadraria na legislação brasileira, que define um limite máximo de 20% (BRASIL, 2000). Porém, todas as amostras analisadas estariam dentro do proposto por Villas-Bôas e Malaspina (2005) para o mel de abelhas da tribo *Meliponini*, que é de no máximo 35%.

O valor de umidade obtido para o mel de *T. angustula* (Jataí) foi semelhante àquele determinado por Montenegro (2018), que obteve um valor de 24,43% para abelhas da mesma espécie. Da mesma maneira, Grando *et al.* (2018) aferiu valores entre 30,4 e 34,0% de umidade para amostras de mel produzido pela espécie *M. quadrifasciata* (Mandaçaia). Os mesmos autores obtiveram um valor médio de 28,87% de umidade para duas amostras de mel produzido por abelhas da espécie *S. postica*.

Segundo Marchini *et al.* (2004 apud GOIS *et al.*, 2013) a condutividade elétrica é a capacidade que uma substância tem para conduzir a eletricidade, sendo consequência direta da presença de compostos iônicos na amostra. Apesar de não ser regulamentada no Brasil, o índice de condutividade elétrica

é tido como essencial para a caracterização da qualidade do mel. Segundo Souza *et al.* (2009), esta análise pode ser usada para indicar a adulteração do mel, uma vez que se correlaciona com o pH, a acidez, o conteúdo de cinzas e com a origem do mel. Além disso, segundo Alves *et al.* (2005), a condutividade elétrica pode substituir algumas análises como a do teor de cinzas.

Os valores obtidos para condutividade elétrica neste trabalho foram de 1329,0 uS/cm para a amostra de mel de *Tetragonisca angustula* (Jataí), 567,7 uS/cm para o mel de *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), e 1750,6 uS/cm nas amostras de *Scaptotrigona postica* (Mandaguari). Montenegro (2018) obteve valores médios de 809,53 uS/cm ao analisar a condutividade elétrica do mel de *Tetragonisca angustula* (Jataí). Nascimento (2014) obteve valores entre 563,2 e 602,3 uS/cm para o mel de *Melipona quadrifasciata*, e valores entre 688,6 a 833,0 uS/cm para o mel de abelhas do gênero *Scaptotrigona*.

Segundo Vieira (2014), apesar de a condutividade elétrica não ser padronizada pela legislação brasileira, Bogdanov *et al.* (1999 apud VIEIRA, 2014) sugere um limite máximo de 800 uS/cm para a condutividade elétrica de méis destinados ao consumo humano. Dos méis analisados, apenas o de *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia) se enquadraria nesse limite. Conforme apontado por Horn (1996 apud VIEIRA, 2014), a condutividade elétrica é uma característica muito passível de variação, podendo valer de 100 a 2103 uS/cm dependendo da espécie das abelhas, do clima e da flora da região.

Observou-se que o mel de *M. quadrifasciata* obteve um valor de condutividade elétrica consideravelmente inferior ao das outras amostras. Isso possivelmente se relaciona ao fato de que essa amostra de mel obteve um baixo índice de acidez total uma vez que, segundo Souza *et al.* (2009), a condutividade elétrica está intimamente relacionada à acidez e ao teor de cinzas do mel. O efeito oposto também pôde ser observado no mel de *S. postica*, onde a maior acidez ocorreu proporcionalmente à maior condutividade elétrica (Tabela 02).

No mel, o pH é tido como importante fator antimicrobiano, sendo responsável por inibir o desenvolvimento de fungos e bactérias (GOIS *et al.*, 2013). Além disso, ele pode ser alterado pelas condições de coleta e armazenamento (Souza, 2010), sendo o maior responsável pela velocidade de produção de hidroximetilfurfural, uma substância muito utilizado como indicador de qualidade do mel (SILVA, 2016 apud GONÇALVES, 2019).

Segundo Gois *et al.* (2013), todos os méis são ácidos, com valor de pH variando entre 3,5 e 5,5, corroborando com os resultados obtidos nas amostras analisadas (Tabela 2). Montenegro (2018) obteve valores de pH entre 3,90 e 3,99 ao analisar amostras de mel de abelhas *Tetragonisca angustula* (Jataí) e Sousa (2013) obteve um pH de 3,80 para amostras mel de *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Já Lira *et al.* (2014) determinaram um valor médio de 3,66 para o pH de mel de abelhas do gênero *Scaptotrigona*, valor pouco abaixo do obtido.

Nos méis, a acidez é consequência da presença de ácidos orgânicos em equilíbrio com os seus ésteres, lactonas e íons orgânicos, como o fosfato ou sulfatos (SOUZA, 2010). Todas essas substâncias têm origem relacionada às fontes do néctar utilizado pelas abelhas, pela ação de enzimas salivares das operárias, pela ação de microrganismos e pela quantidade de cinzas na amostra (SANTOS, 2016).

Gois *et al.* (2013), apontam que a análise de acidez fornece dados valiosos na determinação do estado de conservação dos méis. Conforme apontado por CONAP (2016, apud OSTROVSKI, 2019), a acidez é importante na manutenção da estabilidade, uma vez que é capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de microrganismos. Além disso, a acidez livre pode indicar as condições de armazenamento do mel e o processo de fermentação.

Os valores encontrados para acidez livre foram de 67,73 meq/kg para o mel de *T. angustula*, 83,40 meq/kg para a amostra de mel de *S. postica* e 6,93 meq/kg para o mel de *M. quadrifasciata*.

O valor obtido para a acidez de mel de *T. angustula* coincide com os valores encontrados por Grando *et al.* (2018) que, em média, foram de 68,33 meq/kg. O mesmo autor obteve um valor médio de 114 meq/kg para a acidez do mel de *M. quadrifasciata*, superior ao que foi obtido neste trabalho. Nascimento (2014), por outro lado, apontou acidez de 26.13 meq/kg ao avaliar méis de abelhas *S. postica*, valor este muito abaixo do obtido.

O Codex Alimentarius (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2001) define um teor máximo de 50 meq/kg para a acidez livre em mel. Seguindo essa norma, as amostras de mel de *S. postica* (Mandaguari) e *T. angustula* (Jataí) apresentaram valores de acidez livre acima do recomendado.

Além disso, percebe-se que, apesar de a amostra de mel de *M. quadrifasciata* ter menor pH, a acidez também é desproporcionalmente menor. Abu-Tarboush e Al-Kahtani (1993) justificam esse fenômeno ao afirmar que o pH do mel não necessariamente deve estar de forma direta relacionado ao teor de acidez livre do mesmo, uma vez que os diversos ácidos e minerais presentes na mistura agem como uma solução-tampão.

Os teores de acidez lactônica obtidos (Tabela 2) estão acima do que foi registrado por outros autores. Observa-se que os valores mais comuns para acidez lactônica variam de 4 meq/kg para 8 meq/kg, não ultrapassando 10 meq/kg (AGUIAR *et al.*, 2016).

A acidez total é tida como a soma da acidez livre com a acidez lactônica. Sendo assim, os teores obtidos foram: 115,05 meq/kg para o mel de *T. angustula* (Jataí); 55,06 meq/kg para o mel de *M. quadrifasciata* (Mandaçaia); e 125,23 meq/kg para a amostra de *S. postica* (Mandaguari). O maior valor obtido por Anacleto *et al.* (2009) para amostras de mel de *T. angustula* foi de 98 meq/kg. Já, Nascimento (2014) obteve valores de 35,01 meq/kg para o mel de abelhas *M. quadrifasciata* e Lira *et al* (2014), determinou um valor máximo de 103,95 meq/kg ao analisar a acidez total do mel de abelhas do gênero *Scaptotrigona*. Observa-se que esses valores são menores que os obtidos neste trabalho.

Dos teores de acidez total obtidos, todos tiveram valores acima do máximo permitido pela legislação brasileira (50 meq/kg). Porém, apenas as amostras de *T. angustula* (Jataí) e *S. postica* (Mandaguari) estão acima do valor máximo proposto por Villas-Bôas e Malaspina (2005), que é de 85 meq/kg.

Segundo Venturini (2007) a coloração do mel depende quase que exclusivamente da espécie da flor onde se originou o néctar utilizado. Componentes como o teor de açúcares, o conteúdo de nitrogênio, aminoácidos livres e o teor de cinzas também interferem nessa característica (MORETI, 2006). De acordo com Opuchkevich, Klosowski e Macohon (2008), apesar de os méis mais escuros terem um maior valor nutricional o mercado consumidor sempre vai optar pelos méis de cor mais clara.

As cores das amostras de méis analisadas (Tabela 2) estão dentro da norma brasileira vigente (BRASIL, 2000), que admite méis de cores entre o branco-água e o âmbar-escuro. O mel de *T. angustula* (Jataí) foi determinado como tendo a cor âmbar claro, o mel de *M. quadrifasciata* foi definido como de cor branca, enquanto o mel de *S. postica* teve cor âmbar. Anacleto *et al.* (2009) analisando vinte amostras de mel de Jataí conclui que a cor oscilou do âmbar ao âmbar-extra-claro, prevalecendo a cor âmbar e corroborando com os resultados obtidos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos observa-se que há diferenças consideráveis nas características físico-químicas entre os méis produzidos por abelhas das espécies *Tetragonisca angustula* (Jataí), *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia) e *Scaptotrigona postica* (Mandaguari). Os produtos de *T. angustula* e *S. postica* apresentaram semelhanças entre si para as características de umidade, acidez, condutividade elétrica e pH. Por outro lado,

aquele produzido por *M. quadrifasciata* foi o que mais divergiu das outras amostras, pois possui maior umidade e menor pH e acidez.

Apesar de todos os resultados obtidos serem semelhantes àqueles aferidos por outros autores, nenhuma das amostras analisadas atende o estabelecido pela legislação vigente. Dessa forma esses resultados somam-se à literatura da área embasando uma futura legislação que propicie o comércio legal do produto.

Ademais, a popularização da criação racional destes insetos é benéfica pois, contribui para manutenção dos ecossistemas, a conservação das espécies de abelhas sem ferrão e como ferramenta para educação ambiental. Por fim, percebe-se que a oferta regular dos diversos produtos da meliponicultura propicia a geração de renda para pequenos produtores.

REFERÊNCIAS

ABU-TARBOUSH, Hamza; AL-KAHTANI, Hassan. Floral-type identification and quality evaluation of some honey types. **Food Chemistry**, v. 46, n. 1, p. 13-17, 1993.

AGUIAR, Ludimila *et al.* Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, 2016.

AJIBOLA, Abdul Wahid. **Novel Insights into the Health Importance of Natural Honey**. Malays J Med Sci. 2015.

ALVES, Rogério Marcos de Oliveira *et al.* Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Food Science and Technology**, v. 25, p. 644-650, 2005.

ANACLETO, Daniela de Almeida *et al.* Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Food Science and Technology**, v. 29, p. 535-541, 2009.

ANANIAS, Karla Rubia. **Avaliação das condições de produção e qualidade de mel de abelhas (*Apis mellifera L.*) produzido na microrregião de Pires do Rio, no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) - Escola de agronomia e engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16581: Meliponicultura — Mel — Classificação e características**. Rio de Janeiro: ABNT. 2017

ÁVILA, Suelen. **Determinação de parâmetros de qualidade de mel de abelhas sem ferrão utilizando ferramentas quimiométricas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

BARBOSA, Alessandra de Lima *et al.* Elaboradores. **Criação de abelhas (apicultura)**. Embrapa Meio-Norte. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 113p. : il. – (ABC da Agricultura Familiar, 18).

BARBOSA, Deise *et al.* As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BERENBAUM, May Roberta; CALLA, Bernarda. Honey as a Functional Food for *Apis mellifera*. **Annual Review of Entomology**, v. 66, p. 185-208, 2021.

BOGDANOV, Stephan. **Harmonised methods of the international honey commission**. Bern, Switzerland: Swiss Bee Research Centre, 2002. Disponível em: <http://www.terezinka.cz/vcely/Med/IHCmethods_e.pdf> Acesso em 2 de março de 2021;

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. Instrução Normativa n. 11 de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/in_11_2000.htm. Acesso em: 20 de fevereiro de 2021.

BRITO, Baden Bell Pereira *et al.* Parâmetros biométricos e produtivos de colônias em gerações de *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **Archivos de zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 265-273, 2013.

CALASANS, Higor César Menezes. **Avaliação molecular e morfométrica de abelhas mandacaias (*Melipona spp.*) da região da Fóz do Rio São Francisco**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2012.

CAMARGO, João Maria Franco de; PEDRO, Silvia Regina de Menezes. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S.; Urban, D.; Melo, G. A. R. (Orgs).

Catálogo de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Região Neotropical, 2013. Disponível em: <www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 4 de novembro de 2021.

CANI, Pedro Carlos. **Doce Mel**. EMATER-ES, 1998.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex standard for honey**. CAC, Codex Stan 12-1981. Roma, p. 1-8. 2001.

FAKHLAEI, Rafieh *et al.* The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1538, 26 out. 2020.

FERNANDES, Rachel Torquato. **Características de qualidade do mel de abelha Tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae), como contribuição para sua regulamentação**. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - IBILCE, UNESP, São José do Rio Preto, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151125/fernandes_rt_dr_sj_rp_int_sub.pdf?sequence=4&isAllowed=y> Acesso em 23 de fevereiro de 2021.

FERREIRA, Rafael Alexandre Costa. **Análise morfológica e histoquímica do corpo gorduroso e dos túbulos de Malpighi de operárias adultas de *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) (Hymenoptera, Apidae) tratadas com fipronil e ácido bórico**. 2010. 72 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010.

FIOROTTI, Larissa Lima. **Caracterização Físico-Química e Potencial Bioativo De Mel De Abelhas Sem Ferrão e Africanizada Ocorrentes No Espírito Santo**. Dissertação (Mestre em Ciências Farmacêuticas). Universidade Vila Velha. Vila Velha, Espírito Santo. 2021.

FONSECA, Vera Lucia Imperatriz. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Boletim de Zoologia**, v. 8, n. 8, p. 115-131, 1984.

FRANCO, Areovaldo. **De caçador a gourmet: uma história da gastronomia**. Thesaurus Editora, 1995.

GOIS, Glayciane Costa *et al.* Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

GOMES, Victor Valentim *et al.* Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 815-826, 2017.

GONÇALVES, Holloaila Cristine. **Controle de qualidade do mel no município de Prudentópolis-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia). Faculdade Guairacá. Guarapuava, Paraná, 2019.

GRANDO, Remili Cristiani *et al.* **Avaliação da qualidade de méis de abelhas sem ferrão provenientes da região centro-sul do estado do Paraná**. 6º Simpósio de Segurança Alimentar. FAUGRS. Gramado, Rio Grande do Sul. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

KERR, Warwick Estevam; ZILSE, Gislene Almeida Carvalho; NASCIMENTO, Vania Alves. **Abelha uruçu: biologia, manejo e conservação**. Paracatu: Acangaú, 1996.

KOCHER, Sarah; PAXTON, Robert. Comparative methods offer powerful insights into social evolution in bees. **Apidologie**, v. 45, n. 3, p. 289-305, 2014.

LIRA, Aline Figueira *et al.* Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos de diferentes regiões. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.

MACEDO, Raquel Chaves. **Toxicidade do acetamiprido e dimetoato para abelha *Scaptotrigona postica latreille*, 1804**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

MONTEIRO, Cintia *et al.* Potencial hidrogeniônico de soluções de antibióticos submetidas a condições ambientais: ensaio preliminar. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, p. 311-319, 2012.

MONTENEGRO, Hercules Rocha. **Comparação das características físico-químicas e antioxidantes do mel de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado nos estados do Paraná e Rondônia**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

MORETI, Augusta Carolina de Camargo Carmello *et al.* Cor de amostras de mel de *Apis mellifera* L. de diferentes estados brasileiros. **Boletim de Indústria animal**, v. 63, n. 3, p. 159-164, 2006.

NASCIMENTO, Andreia Santos do. **Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de elementos-traço do mel de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997.

OPUCHKEVICH, Maria Helena; KLOSOWSKI, Ana Léa Macohon; MACOHON, Edson Roberto. Qualidade do mel no município de Prudentópolis. **Revista Conexão UEPG**, v. 4, n. 1, p. 36-38, 2008.

ORR, Michael Christopher *et al.* Global patterns and drivers of bee distribution. **Current Biology**, v. 31, n. 3, p. 451-458. e4, 2021.

OSTROVSKI, Katia Regina. **Desenvolvimento, produção e qualidade do mel de abelha Mandaçaia MQQ em ambientes urbano e rural**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2019.

PEDRO, Silvia Regina de Menezes. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**. v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.

RIBEIRO, Márcia de Fátima *et al.* Apicultura e meliponicultura. *In*: MELO, Roseli Freire de; VOLTOLINI, Tadeu Vinhas. **Agricultura Familiar Dependente de Chuva no Semiárido**. Brasília, DF, Embrapa, 2019. p. 333-362. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114220>> Acesso em 23 de fevereiro de 2021.

SAMPAIO, Josenilton Alvez; CASTRO, Marina Siqueira de; SILVA, Fabiana Oliveira da. Uso da cera de abelhas pelos índios Pankararé no Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 67, n. 1-2, p. 3-12, 2009.

SAMPAIO, Roberto *et al.* Avaliação de alimentadores para abelha mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*). **Arquivos de zootecnia**, v. 62, n. 240, p. 619-622, 2013.

SANTOS, Emerson Azevedo dos *et al.* **Qualidade físico-química do mel de *Apis mellifera* L. produzido no município de Carolina-MA**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Uruçuí. Uruçuí, Piauí, 2016.

SCHLABITZ, Cláudia; SILVA, Sabrina Aparecida Ferreira da; SOUZA, Cláucia Fernanda Volken de. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 4, n. 01, p. 80-90, 2010.

SILVA, Paulo Ricardo da. **Estudo químico e potencial antioxidante do mel e geópolis coletados pela abelha sem ferrão mandaçaia (*Melipona***

mandaçaia). Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco, 2015.

SILVA, Wagner Pereira; PAZ, Joicelene Regina Lima da. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza on-line**, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

SOUSA, Janaína Maria Batista *et al.* Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1765-1774, 2013.

SOUZA, Bruno de Almeida *et al.* Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona Illiger*, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características Físico-Químicas. **Química nova**, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.

SOUZA, Ronilson Freitas de. **Parâmetros físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos como descritores de qualidade e discriminação dos méis do Estado do Pará**. Dissertação (Mestre em Química). Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, 2010.

VENTURINI, Katiani Silva; SARCINELLI, Miryelle Freire; SILVA, LC da. **Características do mel**. Vitória: UFES, p. 1-8, 2007.

VIEIRA, Ana Carolina *et al.* Caracterização físico-química de mel de diferentes floradas produzido por apicultores orgânicos da região centro-sul e sudeste no estado do Paraná. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 3, p. 138-148, 2014.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo Kahn; MALASPINA, Osmar. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, v. 82, p. 6-16, 2005.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo Kahn. **Manual Tecnológico: mel de abelhas sem ferrão**, Instituto Sociedade. População e Natureza, p. 96, 2012.

VIT, Patricia; PEDRO, Silvia Regina de Menezes; ROUBIK, David (Ed.). Pot-honey: a legacy of stingless bees. **Springer Science & Business Media**, 2013.

WHITE JR, Jonathan. Honey. **Advances in food research**, v. 24, p. 287-374, 1978.

WITTMANN, Daniel. Aerial defense of the nest by workers of the stingless bee *Trigona (Tetragonisca) angustula (Latreille)* (Hymenoptera: Apidae). **Behavioral ecology and sociobiology**, v. 16, n. 2, p. 111-114, 1985.