

Caracterização química, compostos bioativos, atividade antioxidante e comportamento reológico de méis de abelhas sem ferrão coletados no estado da Bahia

Chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activity and rheological behavior of stingless bee honey collected in the state of Bahia

Caracterización química, compuestos bioactivos, actividad antioxidante y comportamiento reológico de miel de abeja sin aguijón recolectada en el estado de Bahía

Recebido: 09/10/2024 | Revisado: 22/10/2024 | Aceitado: 23/10/2024 | Publicado: 26/10/2024

Beatriz Beceveli Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2870-4929>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: bea_beceveli@hotmail.com

Catarina Silva Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8251-8206>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: catarinasilvaguimaraes@hotmail.com

Luiz Eloi da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8288-509X>
Instituto Federal da Bahia, Brasil
E-mail: eloicfet@gmail.com

Eduardo Bruno Macêdo Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-7429>
Universidade Estadual da Bahia, Brasil
E-mail: ebmviana@gmail.com

Anderson Santos Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5240-4574>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: aelsonjg@hotmail.com

Marcia Elena Zanuto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-0557>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: mzanutto@hotmail.com

Cassara Camelo Eloi de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1811-6143>
Universidade Federal da Bahia, Brasil
E-mail: cassiaracamelo@gmail.com

Resumo

O presente estudo foi desenvolvido objetivando avaliar e determinar as características físico-químicas, o teor de compostos bioativos, a atividade antioxidante e o comportamento reológico de amostras de méis de abelhas sem ferrão, coletadas no Estado da Bahia, sendo três das amostras da espécie *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), uma *Tetragonisca angustula* (Jataí) e uma da *Melipona scutellaris* (Uruçu nordestina). Obteve como resultados das análises físico-químicas, uma variação de 3,08 a 4,36 para pH, 17,52 a 132,22 meq.kg⁻¹ para acidez, 64,08 a 80,42% para sólidos solúveis totais, 53,97 a 66,69% para açúcares redutores, 1,41 a 13,82% para sacarose aparente, 17,80 a 34,13% de umidade, 0,31 a 3,16% para cinzas, bem como valores de 12,05 a 26,52 mg.kg⁻¹ para hidroximetilfurfural entre as cinco amostras de méis. Quanto aos compostos bioativos, foram encontrados teores de 9,90 a 24,20 mg EAG.100g⁻¹ para compostos fenólicos totais, 5,80 a 14,20 mg.100g⁻¹ para clorofila total, 0,03 a 0,20 mg.100g⁻¹ para antocianinas totais, 0,11 a 0,23 mg.100g⁻¹ para flavonoides amarelos e 3,64 a 6,75 mg.100g⁻¹ para vitamina C. Os méis apresentaram capacidade antioxidante de 17,50 a 62,64%. Verificou-se na análise reológica, um comportamento de fluido newtoniano com viscosidade constante para todas as amostras estudadas. Portanto, faz necessário mais pesquisas que investiguem as propriedades dos méis das abelhas sem ferrão em diferentes biomas e uma legislação nacional que aborde os parâmetros de qualidade dos méis de meliponíneos respeitando as suas particularidades, uma vez que os parâmetros estabelecidos por órgãos e instituições nacionais se referem somente aos méis de *Apis mellifera*.

Palavras-chave: Mel; Biodiversidade; Propriedades.

Abstract

The present study was developed with the aim of evaluating and determining the physicochemical characteristics, the content of bioactive compounds, the antioxidant activity and the rheological behavior of samples of honey from stingless bees, collected in the State of Bahia, three of the samples being from the species *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), one *Tetragonisca angustula* (Jataí) and one from *Melipona scutellaris* (Uruçu nordestina). The results of the physical-chemical analyses obtained were a variation of 3.08 to 4.36 for pH, 17.52 to 132.22 meq.kg⁻¹ for acidity, 64.08 to 80.42% for total soluble solids, 53.97 to 66.69% for reducing sugars, 1.41 to 13.82% for apparent sucrose, 17.80 to 34.13% for moisture, 0.31 to 3.16% for ash, as well as values of 12.05 to 26.52 mg.kg⁻¹ for hydroxymethylfurfural among the five honey samples. Regarding the bioactive compounds, levels of 9.90 to 24.20 mg EAG.100g⁻¹ were found for total phenolic compounds, 5.80 to 14.20 mg.100g⁻¹ for total chlorophyll, 0.03 to 0.20 mg.100g⁻¹ for total anthocyanins, 0.11 to 0.23 mg.100g⁻¹ for yellow flavonoids and 3.64 to 6.75 mg.100g⁻¹ for vitamin C. The honeys presented antioxidant capacity of 17.50 to 62.64%. In the rheological analysis, a Newtonian fluid behavior with constant viscosity was observed for all the samples studied. Therefore, more research is needed to investigate the properties of honey from stingless bees in different biomes and national legislation that addresses the quality parameters of honey from meliponines, respecting their particularities, since the parameters established by national bodies and institutions refer only to honey from *Apis mellifera*.

Keywords: Honey; Biodiversity; Properties.

Resumen

El presente estudio fue desarrollado con el objetivo de evaluar y determinar las características fisicoquímicas, el contenido de compuestos bioactivos, la actividad antioxidante y el comportamiento reológico de muestras de miel de abejas sin aguijón, recolectadas en el Estado de Bahía, tres de las cuales fueron del Especies de *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), una de *Tetragonisca angustula* (Jataí) y una de *Melipona scutellaris* (noreste de Uruçu). Los resultados de los análisis físico-químicos se obtuvieron oscilando entre 3.08 a 4.36 para pH, 17.52 a 132.22 meq.kg⁻¹ para acidez, 64.08 a 80.42% para sólidos solubles totales, 53.97 a 66.69% para azúcares reductores, 1.41 a 13.82 % para sacarosa aparente, 17.80 a 34.13 % de humedad, 0.31 a 3.16 % para cenizas, así como valores de 12.05 a 26.52 mg.kg⁻¹ para hidroximetilfurfural entre las cinco muestras de miel. En cuanto a compuestos bioactivos, se encontraron niveles de 9,90 a 24,20 mg EAG.100g⁻¹ para compuestos fenólicos totales, de 5,80 a 14,20 mg.100g⁻¹ para clorofila total, de 0,03 a 0,20 mg.100g⁻¹ para antocianinas totales, de 0,11 a 0,11 a 100g⁻¹. 0,23 mg.100g⁻¹ para flavonoides amarillos y 3,64 a 6,75 mg.100g⁻¹ para vitamina C. Las mieles tuvieron una capacidad antioxidante de 17,50 a 62,64%. En el análisis reológico se verificó un comportamiento del fluido newtoniano con viscosidad constante para todas las muestras estudiadas. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones para investigar las propiedades de la miel de abejas sin aguijón en diferentes biomas y una legislación nacional que aborde los parámetros de calidad de la miel de meliponinas, respetando sus particularidades, ya que los parámetros establecidos por organismos e instituciones nacionales se refieren únicamente a *Apis mellifera*. mieles.

Palabras clave: Miel; Biodiversidad; Propiedades.

1. Introdução

O mel foi utilizado como principal fonte de açúcar pelo homem (Silva, 2014), sendo empregado como produto para obtenção de energia, alimentação e fins medicinais (Silva, 2020). É um produto naturalmente elaborado pelas abelhas a partir do néctar de flores e/ou de partes de plantas, transformados e amadurecidos nos favos para a alimentação das abelhas (Brasil, 2000). A *Apis mellifera* é considerada a principal espécie de abelha produtora de mel, devido à sua antiga domesticação. Entretanto, as abelhas das tribos Meliponini e Trigonini, conhecidas como abelhas sem ferrão (ANSF) ou nativas, já existiam no Brasil antes da chegada da *Apis mellifera* (Silva, 2014). As abelhas nativas são conhecidas como abelhas sem ferrão por possuírem o ferrão atrofiado. Pertencem à família Apidae e dividem-se em dois grupos quanto às tribos (Villas-Bôas, 2012). O primeiro grupo, compõem as espécies da tribo Meliponini, que são diferenciadas pela ausência de construção de células reais nas colmeias, local de desenvolvimento das rainhas até a fase adulta. Faz parte desta tribo as espécies do gênero *Melipona*. No segundo grupo, encontra-se a tribo Trigonini, caracterizada pela presença das células reais, sendo composta por diferentes gêneros como, *Trigona*, *Tetragonisca*, *Scaptotrigona*, *Plebeia* entre outros gêneros (Associação A.B.E.L.H.A, 2020).

As abelhas desempenham um papel fundamental na polinização das plantas. As sem ferrão, em especial, são consideradas os principais polinizadores das matas brasileiras por estarem adaptadas às condições presentes em diferentes territórios, bem como por terem evoluído concomitantemente com as plantas nativas, dessa forma, apropriada para a sua polinização. Além da atuação como polinizadores tanto da flora natural, quanto das culturas agrícolas, as abelhas nativas fazem

parte da biodiversidade local de diversos ecossistemas tanto tropical como subtropical, devido ao fato de possuírem uma boa adaptabilidade (Gruter, 2020; Pereira et al., 2020).

Embora seus serviços ambientais através da polinização e preservação das espécies vegetais sejam fundamentais para a manutenção da vida, a produção de mel é um forte atrativo para a criação e manuseio dessas abelhas, sendo o mel reconhecido, desde a antiguidade, pelas suas propriedades terapêuticas e funcionais, como antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, entre outras (Libonatti, et al., 2014; Souza, 2015; Batiston et al., 2020; Pereira et al., 2020). Tais propriedades estão diretamente relacionadas com sua composição química, principalmente com a presença dos compostos bioativos. A exclusividade em sua composição é devido a múltiplas fontes florais na coleta do néctar, nos diversos fatores sazonais e ambientais, bem como no processamento e maturação do mel (Bueno-Costa et al., 2016; Albaridi, 2019).

Atualmente, as abelhas estão em processo gradativo de ameaça à extinção, devido ao uso progressivo e constante das intensas ações antrópicas como o uso de agrotóxicos, pesticidas agrícolas, desmatamentos, queimadas e pelas ações dos meleiros. Essa antropização interfere nos biomas presentes no território, na intoxicação e morte das abelhas, podendo levar a perdas significativas das espécies de meliponíneos tão importantes para o ecossistema (Gianini et al., 2020; Gruter, 2020; Pereira et al., 2020).

Apesar de produzirem o mel em menor quantidade, quando comparado com a *Apis mellifera*, o mel das abelhas sem ferrão possui maior valor de mercado. Esta valorização é devido às suas características sensoriais, químicas, além das suas atividades fitoterápicas diferenciadas, dependentes de uma associação de fatores sendo direta ou indiretamente conectados, como a fonte vegetal, as condições climáticas e do solo, a estação e manejo da colheita, a espécie e maturação do mel (Embrapa, 2007; Escuredo et al., 2014).

De acordo a legislação nacional (Brasil, 2000), as análises físico-químicas indicadas para o controle de qualidade do mel são: umidade, acidez, açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis, cinzas, hidroximetilfurfural (HMF) e atividade diastásica. A definição desses parâmetros em amostras de méis é necessária para a sua caracterização, controle de qualidade bem como a determinação da maturidade, pureza e da sua deterioração (Ribeiro et al., 2009). Contudo, vale destacar que a legislação vigente se refere somente para abelhas da espécie *Apis Mellifera*, não abrangendo assim, outras diversidades de espécies, como as espécies de abelhas sem ferrão.

A legislação referente ao mel das abelhas sem ferrão foi regulamentada pela Agência de Defesa Agropecuária do estado da Bahia (ADAB) de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel da abelha social do gênero *Melipona* (ADAB, 2014). Embora a ADAB estabeleça parâmetros físico-químicos e químicos para os méis das abelhas sociais, os padrões somente contemplam o gênero *Melipona*, restringindo as demais espécies e gêneros. Koser et al. (2020), relataram em seu estudo, que a variabilidade de características que as abelhas nativas possuem, mesmo sendo criadas no mesmo ambiente, é indicativo de que a legislação deve estabelecer parâmetros para cada uma das espécies. A diversidade de biomas presentes, bem como a biodiversidade de cada gênero e espécie social, criam características únicas e exclusivas em cada mel, o que dificulta uma padronização e abordagem das leis federais.

Diante deste contexto, o presente estudo objetivou analisar e determinar as características físico-químicas, o teor de compostos bioativos, assim como a atividade antioxidante e reológica de méis das espécies de abelhas sem ferrão, *Melipona quadrifasciata* (mandaçaia), *Tetragonisca angustula* (Jataí) e *Melipona scutellaris* (Uruçu-nordestina) encontradas em quatro municípios do território baiano.

2. Metodologia

A metodologia científica é importante para que os estudos tenham reprodutibilidade nos resultados e aceitação pela comunidade acadêmica e científica. A presente pesquisa ocorreu com a coleta de amostras em campo e com ensaios

laboratoriais de caracterização físico-química e de natureza qualitativa e quantitativa (Pereira et al., 2018). Os resultados tiveram tratamentos estatísticos da estatística descritiva com suas médias e variâncias (Shitsuka et al., 2014). O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, na Universidade Federal da Bahia (IMS-CAT-UFBA), município de Vitória da Conquista – BA

2.1 Méis

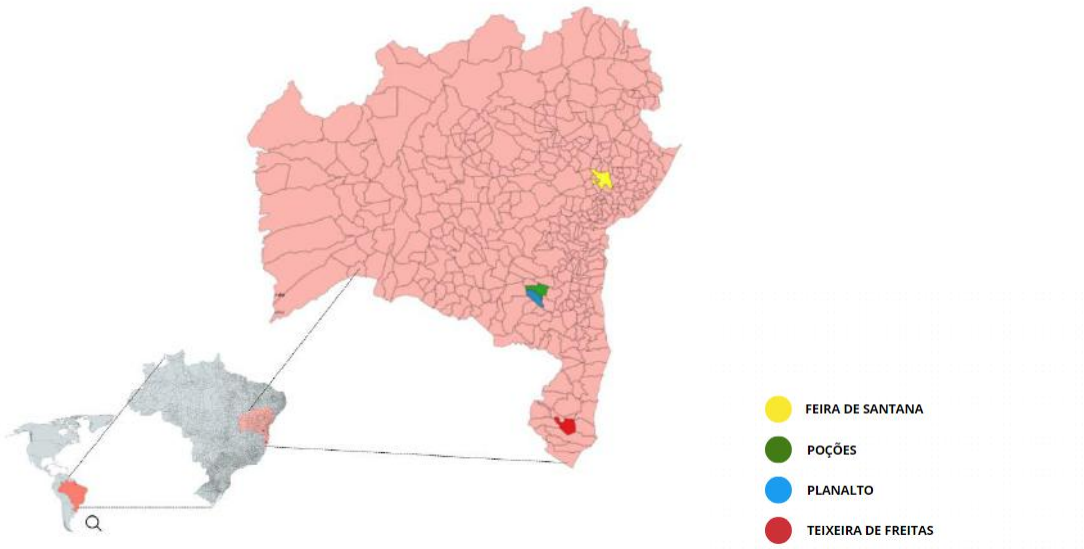
Foram analisadas 5 amostras de méis, sendo três da espécie *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia), uma *Tetragonisca angustula* (Jataí) e uma *Melipona scutellaris* (Uruçu-nordestina), colhidas entre os meses de março a maio de 2022. Os méis foram provenientes de quatro municípios do território baiano. Os municípios envolvidos neste estudo foram a região rural de Poções-BA, Feira de Santana-BA, distrito de Teixeira de Freitas-BA (Canta Galo) e Planalto-BA, conforme descrito na Tabela 1 e Figura 1. As amostras foram coletadas pelos próprios meliponicultores responsáveis pelos meliponários, acondicionadas em frascos plásticos e de vidro higienizados. Posteriormente, os méis foram conduzidos ao laboratório, identificados e codificados por letras, envoltos em papel alumínio e mantidos em refrigeração a -20°C. As análises foram realizadas em três repetições e os compostos bioativos e a atividade antioxidante em ambiente protegido da luz.

Tabela 1 - Especificações das amostras de méis estudadas.

Amostras	Códigos	Espécies	Localidades
1	A	<i>Tetragonisca angustula</i> (Jataí)	Planalto-BA
2	B	<i>Melipona quadrifasciata</i> (Mandaçaia)	Planalto-BA
3	C	<i>Melipona quadrifasciata</i> (Mandaçaia)	Poções-BA
4	D	<i>Melipona quadrifasciata</i> (Mandaçaia)	Feira de Santana-BA
5	E	<i>Melipona scutellaris</i> (Uruçu nordestina)	Teixeira de Freitas-BA

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 1- Territorialização referente aos municípios de coleta das amostras (Bahia-Brasil).



Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 1 apresenta a territorialização do estado da Bahia, destacando os municípios que foram realizadas as coletas das amostras dos méis para o presente estudo. A imagem revela o quanto o mel, em sua composição final, será caracterizado e exclusivo, devido a cada uma dessas regiões possuírem uma flora e fauna distintas, refletindo os variados biomas presentes, desde a vegetação de restinga nas áreas litorâneas até os cerrados e áreas agrícolas do interior. A diversidade de plantas que as abelhas visitam, como flores nativas e cultivadas, influencia diretamente o perfil de sabor, aroma, cor e até mesmo os componentes nutritivos do mel. Além disso, fatores como clima, solo e práticas agrícolas locais também desempenham um papel crucial na qualidade do mel, resultando em produtos únicos que refletem a riqueza e a diversidade ambiental da Bahia. Essa variabilidade torna o mel baiano não apenas um alimento, mas também um patrimônio cultural e natural.

2.2 Análises químicas

As análises físico-químicas realizadas compreenderam a determinação da acidez total através da titulometria, por neutralização com a solução padronizada de NaOH 0,1 mol.L⁻¹; o pH por meio do pHmetro digital e os sólidos solúveis totais realizado por refratometria, utilizando o refratômetro manual Abbe de bancada, conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Já as análises químicas foram constituídas pela determinação do teor de cinzas por incineração a 550°C em forno mufla, de açúcares redutores e não redutores pelo método modificado de Lane & Eynon (IAL, 2008). A umidade foi determinada por refratometria AOAC (2005) e o hidroximetilfurfural de acordo com a AOAC (1998), a partir da absorbância UV em espectrofotômetro.

2.3 Determinação de compostos bioativos

A determinação dos compostos fenólicos totais foi baseada na metodologia de ISO (2005) utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, sendo calculado sob uma curva padrão de ácido gálico e a leitura realizada em espectrofotômetro a 765 nm. O teor de clorofila total seguiu a metodologia de Bruinsma (1963), utilizando uma solução de acetona a 80%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 652 nm. Os flavonoides amarelos foram avaliados pelo método de Francis (1982), utilizando a solução extratora de etanol PA:HCl 1,5M (85:15) e a leitura em espectrofotômetro a 374 nm. A determinação de antocianinas totais seguiu a metodologia de Less e Francis (1972) sendo a leitura realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 535 nm. Por fim, o teor de ácido ascórbico segundo descrito por Strohecker- Henning (1967).

2.4 Atividade antioxidante

Para determinação da atividade antioxidante foi empregado o método desenvolvido por Rufino et al. (2007), utilizando a solução do radical 2,2-difenil-1-picrylhydrazil (DPPH) a 0,06 mM. A leitura foi realizada no espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm. O cálculo para determinar a atividade antioxidante das amostras foi obtido através da metodologia de Brand-Wiliams, Cuvelier e Berset (1995).

2.5 Reologia

A determinação do perfil reológico dos méis foi realizada utilizando o reômetro Brookfield LVDV-III ULTRA, com adaptação para pequenas amostras, sendo acoplado a um computador com Software Rheocal V3.2 Build a 25°C. As medições foram feitas utilizando velocidades de rotação que aumentavam progressivamente para obtenção da curva ascendente e esse procedimento foi repetido no sentido inverso, com velocidades progressivamente menores para obter a curva descendente. Por se tratarem de amostras distintas, foram utilizados diferentes parâmetros para a determinação do perfil reológico, expressos na Tabela 2. A partir dos resultados, foram realizados os cálculos dos valores de índice de fluxo e de consistência e os resultados

interpretados de acordo com a Lei da Potência (*Power Law*).

Tabela 2 - Parâmetros utilizados na determinação do perfil reológico das amostras de méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia.

Amostras	Espécies	Spindle	Velocidade	Pontos medidos
A	<i>T. angustula</i>	SC4-34	15-90 rpm	8
B	<i>M. quadrifasciata</i>	SC4-18	6-41 rpm	8
C	<i>M. quadrifasciata</i>	SC4-31	45-150 rpm	8
D	<i>M. quadrifasciata</i>	SC4-31	15-93 rpm	8
E	<i>M. scutellaris</i>	SC4-34	7-40 rpm	8

Fonte: Autoria própria (2023).

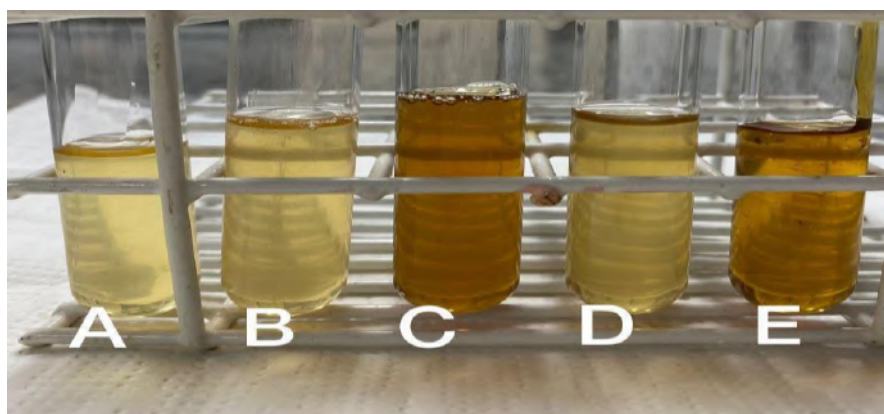
2.6 Reação de Lund, Fiehe e Lugol

As reações de Lund, Fiehe e Lugol foram realizadas conforme metodologia descrita no Instituto Adolfo Lutz (2008), empregando-se a solução de ácido tânico a 0,5%, a solução clorídrica de resorcina em meio ácido e a solução de lugol contendo iodo ressublimado e iodeto de potássio, respectivamente.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta a coloração e aparência dos méis estudados. Primeiramente, quanto ao aspecto da cor dos méis (Figura 2), observou-se uma variação de tonalidade entre as amostras pesquisadas. A mais clara é a amostra A, da espécie *T. angustula* (Planalto-BA). Em ordem crescente quanto à coloração, vem a amostra B (*M. quadrifasciata* - Planalto-BA) seguida da amostra D (*M. quadrifasciata* - Feira de Santana-BA) e E (*M. scutellaris* - Teixeira de Freitas-BA). O mel mais escuro e turvo foi o C (*M. quadrifasciata*) oriundo de Poções-BA.

Figura 2- Cor e aparência dos méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia após centrifugação.



Amostra A (*T. angustula*); B (*M. quadrifasciata*); C (*M. quadrifasciata*); D (*M. quadrifasciata*); E (*M. scutellaris*).

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 2 ilustra as cinco amostras dos méis coletados com as suas cores distintas, revelando desde o aspecto translúcido às tonalidades mais escuras, sendo um interessante reflexo da biodiversidade e das particularidades regionais das fontes nectaríferas. Assim como na Figura 1, a Figura 2 revela a riqueza e a complexidade desse alimento natural, devido às

suas diferentes localidades de aquisição, podendo ser influenciado por uma combinação de fatores, como o tipo de flores visitadas pelas abelhas e as condições ambientais de cada local de coleta. A variedade na cor e aparência não apenas torna o mel atraente, mas também convida à curiosidade sobre as histórias que cada amostra pode contar em relação à sua origem.

Segundo Vieira et al. (2023), a coloração do mel é definida pela sua origem botânica, podendo sofrer mudanças na coloração de acordo com a fonte floral, o armazenamento prolongado, a luz, as reações enzimáticas, aquecimento e processo de colheita. Sendo o teor de resíduos minerais um critério de qualidade. Dessa maneira, o mel de origem floral, normalmente, tem a coloração mais clara devido à menor concentração de minerais e, consequentemente, menos cinzas em sua composição do que os méis colhidos do melato ou em troncos. Os méis de meliponíneos podem ser encontrados nas cores âmbar: âmbar-claro, âmbar-escuro e âmbar extra-claro (branco-água).

Gomes et al. (2017) reportaram que a cor do mel está diretamente associada com o teor de minerais, que quanto mais claros forem os méis menores são as quantidades de minerais e quanto mais escuros forem tendem a apresentar um teor de minerais superior. Waltrich & Carvalho (2020) citam que a variação dos tons e cores do produto está relacionada às substâncias que foram colhidas pelas abelhas das fontes vegetais, como clorofila, carotenoides, xantofila, antocianinas, taninos e derivados benzênicos.

A Tabela 3 apresenta os resultados referentes às características físico-químicas e químicas das amostras de méis de abelhas sem ferrão do presente estudo.

Tabela 3 - Características físico-químicas e químicas das cinco amostras de méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia (média \pm desvio padrão).

Características Físico-químicas e Químicas										Local
Amostras	Espécies	pH	Acidez total (mEq.kg ⁻¹)	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Açúcares redutores (%)	Sacarose aparente (%)	HMF ² (mg.kg ⁻¹)	
A	<i>T. angustula</i>	4,36 \pm 0,04	17,52 \pm 1,52	72,67 \pm 0,00	25,80 \pm 0,20	3,16 \pm 0,05	66,69 \pm 0,21	1,41 \pm 0,00	18,95 \pm 0,51	Planalto-BA
B	<i>M. quadrifasciata</i>	3,45 \pm 0,02	70,33 \pm 1,60	64,08 \pm 0,00	34,13 \pm 0,12	0,79 \pm 0,09	53,97 \pm 0,41	8,00 \pm 0,64	22,05 \pm 0,78	Planalto-BA
C	<i>M. quadrifasciata</i>	3,61 \pm 0,01	71,27 \pm 1,62	68,0 \pm 0,00	30,40 \pm 0,20	0,46 \pm 0,05	65,86 \pm 0,36	1,84 \pm 0,19	12,05 \pm 0,62	Poções-BA
D	<i>M. quadrifasciata</i>	3,72 \pm 0,02	37,0 \pm 1,62	71,17 \pm 0,00	27,33 \pm 0,23	1,28 \pm 0,33	64,71 \pm 0,50	3,53 \pm 0,75	12,09 \pm 0,29	Feira de Santana-BA
E	<i>M. scutellaris</i>	3,08 \pm 0,01	132,22 \pm 1,62	80,42 \pm 0,00	17,80 \pm 0,20	0,31 \pm 0,02	65,40 \pm 0,41	13,82 \pm 0,28	26,52 \pm 0,42	Teixeira de Freitas-BA

HMF: Hidroximetilfurfural. Fonte: Autoria própria (2023).

pH, Acidez e Sólidos solúveis totais

Os valores obtidos para o pH e acidez total das diferentes amostras variaram de 3,08 a 4,36 e 17,52 a 132,22 meq.kg⁻¹, respectivamente. Segundo Marinho et al. (2018), a acidez do mel confere características químicas e sensoriais, além de contribuir com a estabilidade frente ao desenvolvimento de microrganismos. Saxena et al. (2010) relataram que o pH do mel se apresenta naturalmente ácido entre 3,20 e 4,50, independente de sua origem botânica. Porém, para esta variável não há normas vigentes que estabeleçam valores máximos ou mínimos, diferente da acidez, a qual é estabelecida pela Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB, 2014), o valor máximo de 50 meq.kg⁻¹ para os méis de abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*. Os resultados encontrados neste estudo para a variável pH foram semelhantes aos valores obtidos por Lirio et al. (2016), que observaram resultados variando entre 3,80 a 4,90 para méis de abelha sem ferrão silvestres. Sousa et al. (2013), por sua vez, constatarem valores de 3,8 para pH e 33,50 meq.kg⁻¹ para acidez no mel de *M. quadrifasciata*.

Para Carvalho et al. (2005), valores acima de 4,5 para pH podem indicar ocorrência de fermentação ou adulteração do produto enquanto para a variável acidez total, valores que ultrapassam os limites estabelecidos podem interferir na estabilidade e desenvolvimento de microrganismos (Moraes et al., 2014). A concentração de sólidos solúveis totais não é um parâmetro exigido pelas legislações nacional (Brasil, 2000) e internacional (*Codex Alimentarius*, 2001). No entanto, quanto maior for a concentração de sólidos solúveis totais, menor será o teor de umidade e acidez do mel e maior a concentração de açúcares (Nascimento, 2014; Silva et al., 2016).

Os teores de sólidos solúveis totais tiveram uma variação de 64,08 a 80,42 °Brix (Tabela 3). As amostras da espécie *M. quadrifasciata* obtiveram valores de 64,08, 68,00 e 71,17 °Brix representando os méis B, C e D, respectivamente. Foi encontrado para a amostra A, espécie *T. angustula*, o valor de 72,67 °Brix. Durante a maturação do mel, uma das principais características é o acúmulo de açúcares, como a glicose, frutose e sacarose e simultaneamente ocorre a redução da acidez do produto. O dado de sólidos solúveis totais não mensura o valor exato do teor de açúcares, pois outras substâncias também estão dissolvidas no mel como vitaminas, fenólicos, ácidos orgânicos (Oliveira et al., 2013; Vieira et al., 2023) sendo os açúcares os mais representativos.

Umidade e Cinzas

Na composição do mel, o segundo componente em maior quantidade é a água. A sua proporção na composição depende da origem floral, do clima, bem como do manejo durante a coleta. A umidade influencia diretamente em outras características como a viscosidade, a maturidade, o sabor, a cor e a cristalização do mel (Silva et al., 2010; Freitas et al., 2022).

O teor de umidade das amostras analisadas variou de 17,80% a 34,13%. A espécie *M. scutellaris* (amostra E) apresentou 17,80% enquanto que as amostras A, D, C e B alcançaram níveis médios de 25,80%, 27,33%, 30,40% e 34,13%, respectivamente. Gomes et al. (2015) encontraram para méis de abelhas sem ferrão silvestres, valores de 13,26 a 18,26% e Souza et al. (2021), uma variação de 16,50 a 17,70%. Os valores de umidade podem ser alterados de acordo com o local onde o mel é produzido e coletado, sobretudo em regiões tropicais, onde a umidade pode variar ao longo do ano. Durante o processamento, o mel pode incorporar a umidade do ambiente, pois é altamente higroscópico, afetando assim na conservação e qualidade do produto podendo levar à fermentação pela ação de leveduras (Menezes, Mattietto & Lourenço, 2018; Freitas et al., 2022).

A determinação de cinzas no mel tem como objetivo analisar a qualidade do mel, além de verificar possíveis irregularidades, como contaminação, má decantação ou filtração no processo final de extração do produto (Mendes et al., 2009). No presente estudo, os níveis de cinzas variaram de 0,31% a 3,16%. A espécie *M. scutellaris* (amostra E) apresentou 0,31% de cinzas em sua composição enquanto a espécie *T. angustula* (amostra A) obteve o valor de 3,16%. As amostras B, C e

D apresentaram os valores de 0,79%, 0,46% e 1,28%, respectivamente. Freitas et al. (2022), em seu estudo com o gênero *Melipona* sp., obtiveram uma variação para o teor de cinzas de 0,02 a 0,56%. Vale ressaltar que o teor de cinzas depende da composição do néctar das plantas que contribuíram para a sua formação e composição, sendo a concentração de cinzas observada no mel proporcional à detecção de minerais presentes no néctar (Mendes et al., 2009; Freitas et al., 2022).

Açúcares redutores e sacarose aparente

Os valores encontrados para os açúcares redutores apresentaram variação de 53,97% a 66,69% conforme descrito na Tabela 3 enquanto os valores da sacarose aparente corresponderam a uma oscilação de 1,41% a 13,82%. Sousa et al. (2013) obtiveram 52,80% para açúcares redutores e 6,62% para sacarose aparente referente à espécie *M. quadrifasciata*. Já nos estudos de Alves et al. (2011), o valor médio de açúcares redutores encontrado foi de 51,23% enquanto de sacarose aparente foi de 3,51% para a espécie *M. scutellaris*. Anacleto et al. (2009) obtiveram para a espécie *T. angustula*, 55,46% para açúcares redutores e 0,95% para a sacarose aparente. Os níveis de açúcares redutores detectados foram inferiores aos valores obtidos por Souza et al. (2021) em méis de abelhas sem ferrão da cidade de Barreiras na Bahia, com valores de 70,95% a 73,50%. Segundo Mendonça et al. (2008), nos méis de abelhas *Apis mellifera*, teores de açúcares redutores abaixo de 65% podem indicar um amadurecimento inadequado para a coleta do mel. Por sua vez, a sacarose aparente representa 2 a 3% de todo carboidrato presente no mel, valor superior a este limite pode indicar uma prematuridade do mel ou alguma adulteração (Ribeiro et al., 2009).

Hidroximetilfurfural (HMF)

Os valores de hidroximetilfurfural (HMF) apresentaram variação de 12,05 mg.kg⁻¹ a 26,52 mg.kg⁻¹ (Tabela 3). A espécie *M. quadrifasciata* (amostra C) apresentou o valor de 12,05 mg.kg⁻¹ seguida de 12,09 mg.kg⁻¹ para a amostra D (*M. quadrifasciata*), 18,95 mg.kg⁻¹ para *T. angustula* (amostra A), 22,05 mg.kg⁻¹ para amostra B (*M. quadrifasciata*) e 26,52 mg.kg⁻¹ para a amostra da espécie *M. scutellaris* (amostra E). Gomes et al. (2015) obtiveram para a espécie *T. angustula* o valor de 55,63 mg.kg⁻¹ e Medeiros et al. (2015) observaram níveis de 23,92 mg.kg⁻¹ para a espécie *M. scutellaris*. Souza et al. (2021) relataram a variação de 42,20 a 253,30 mg.kg⁻¹ em cinco amostras de méis de abelhas sem ferrão silvestres da região oeste da Bahia.

A formação do composto hidroximetilfurfural (HMF) no mel, deve-se à desidratação das hexoses catalisadas por ácidos. A presença de açúcares simples no mel, bem como água em meio ácido, fornece condições adequadas para a formação deste composto furânico. No mel, a presença dele indica e aponta a qualidade do mel, bem como o envelhecimento do produto. Níveis elevados de HMF podem indicar alterações ocorridas devido a um armazenamento prolongado em condições inadequadas, bem como por superaquecimento ou adição de açúcar invertido (Silva et al., 2018).

As diferenças obtidas para hidroximetilfurfural entre as cinco amostras estudadas podem estar relacionadas à biodiversidade de cada região, as quais criam características regionais que influenciam na caracterização e exclusividade na composição de cada mel (Garcia et al., 2018; Koser et al., 2020; Batiston et al., 2020). Esta singularidade na composição tanto entre espécies quanto de regiões diferentes dificultam uma padronização dos parâmetros normativos para os méis de abelhas sem ferrão (Koser et al., 2020). Atualmente, segundo Koser et al. (2020), existem na legislação brasileira vigente divergências na literatura quanto aos parâmetros da meliponicultura, por apresentarem leis restritivas e pouco específicas que não atendem às amplas populações de espécies de meliponíneos existentes.

Portanto, observou-se a variação dos parâmetros químicos nos méis do presente estudo (Tabela 3) tanto entre os diferentes gêneros e espécies de abelhas nativas bem como entre as mesmas espécies, porém de localidades diferentes. Ressalta-se que os méis foram coletados em diferentes territórios baianos, os quais possuem diversidade vegetativa e climática, o que influencia diretamente na caracterização e composição destes produtos (Garcia et al., 2018).

A Tabela 4 apresenta os resultados referentes aos compostos bioativos e atividade antioxidante das amostras de méis de abelhas sem ferrão coletadas nos diferentes territórios baianos. Os compostos minoritários que estabelecem a composição do mel são responsáveis pelas propriedades nutricionais, sensoriais e funcionais do produto (Carvalho et al., 2021). Os compostos bioativos são derivados do metabolismo secundário dos vegetais e apresentam ação antioxidante. Dentre as diversas classes de substâncias bioativas presentes no mel, destacam-se os compostos fenólicos, responsáveis pelas características sensoriais, como adstringência, amargor e aroma (Sousa, 2015; Carvalho et al., 2021; Marinho et al., 2021; Andrade et al., 2022).

Tabela 4- Teor de compostos bioativos e atividade antioxidante de méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia (média \pm desvio padrão).

Amostras	Espécies	Compostos bioativos						Local
		Compostos fenólicos (mg EAG.100 g ⁻¹)	Antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹)	Flavonoides amarelos (mg.100 g ⁻¹)	Clorofila total (mg.100 g ⁻¹)	Vitamina C (mg.100 g ⁻¹)	Atividade antioxidante (%)	
A	<i>T. angustula</i>	11,24 \pm 0,11	0,03 \pm 0,00	1,85 \pm 0,04	0,26 \pm 0,02	6,75 \pm 0,60	37,11 \pm 1,25	Planalto-BA
B	<i>M. quadrifasciata</i>	14,08 \pm 0,35	0,13 \pm 0,45	1,13 \pm 0,03	0,30 \pm 0,00	4,70 \pm 0,30	17,50 \pm 0,27	Planalto-BA
C	<i>M. quadrifasciata</i>	15,90 \pm 0,20	0,20 \pm 0,91	1,20 \pm 0,02	0,30 \pm 0,03	4,70 \pm 0,29	32,15 \pm 1,42	Poções-BA
D	<i>M. quadrifasciata</i>	15,14 \pm 0,42	0,12 \pm 0,01	2,36 \pm 0,01	0,23 \pm 0,00	3,64 \pm 0,30	62,64 \pm 2,25	Feira de Santana- BA
E	<i>M. scutellaris</i>	39,90 \pm 0,71	0,15 \pm 0,00	0,14 \pm 0,00	0,57 \pm 0,01	5,73 \pm 0,28	31,68 \pm 0,72	Teixeira de Freitas- BA

Fonte: Autoria própria (2023).

Compostos fenólicos totais

Os resultados referentes aos fenólicos totais também apresentaram variação entre as espécies estudadas. A amostra A, da espécie *T. angustula*, apresentou valores médios de 11,24 mg EAG.100g⁻¹ e a amostra E (*M. scutellaris*), 39,90 mg EAG.100g⁻¹. Os méis da espécie *M. quadrifasciata*, amostras B, C e D, obtiveram respectivamente 14,08; 15,90 e 15,14 mg EAG.100g⁻¹. Os valores obtidos neste estudo se diferem dos reportados por Silva et al. (2013) em méis de abelhas sem ferrão do Norte brasileiro, encontradas na Amazônia, com variação de 17 a 25 mg EAG.100g⁻¹.

Muitas variáveis influenciam no teor dos compostos fenólicos, como o grau de maturação, a espécie produtora, o manuseio, as condições de cultivo e colheita, a geolocalização, o armazenamento do produto bem como a exposição aos raios solares (Palioto et al., 2015). São benéficos na saúde humana devido a diversos mecanismos que funcionam em sinergia, sendo responsáveis pelas possíveis propriedades sensoriais, medicinais e nutricionais associadas ao mel, bem como na possível ação antioxidante resultante dos metabólitos secundários produzidos pelas fontes botânicas coletadas para a formação do mel, atuando como inibidores de radicais livres e a formação de espécies reativas no metabolismo (Shahidi & Ambigaipalan, 2015; Silva et al., 2016b).

Antocianinas totais

Em relação às antocianinas totais, os resultados oscilaram de 0,03 mg.100g⁻¹ (amostra A - *T. angustula*) a 0,20 mg.100g⁻¹ (amostra C - *M. quadrifasciata*). Nos demais méis, foram encontrados 0,13 mg.100g⁻¹ (amostra B - *M. quadrifasciata*); 0,12 mg.100g⁻¹ para amostra D e 0,15 mg.100g⁻¹ para amostra E da espécie *M. scutellaris*. As antocianinas são conhecidas como pigmentos naturais, responsáveis por conferir cor a flores, frutas, folhas, caules e raízes (Teixeira et al., 2011). Portanto, notou-se que quanto mais pigmentado o mel, maior é a concentração deste composto bioativo. Além de serem um potente corante natural, as antocianinas podem oferecer benefícios à saúde por apresentarem elevado poder antioxidante atuando no combate ao estresse oxidativo (Krga et al., 2016; Gomes et al., 2022).

Flavonoides amarelos

Os resultados de flavonoides amarelos oscilaram de 1,13 mg.100g⁻¹ para amostra B a 2,36 mg.100g⁻¹ para amostra D. Os dados oriundos de *T. angustula* (amostra A) e de *M. scutellaris* (amostra E) foram de 1,85 mg.100g⁻¹ e 0,14 mg.100g⁻¹, respectivamente, enquanto a amostra C apresentou 1,20 mg.100g⁻¹. Em outros estudos, como o de Liberato et al. (2011) foram relatados valores de 0,25 a 8,38 mg.100g⁻¹ para os méis florais do estado do Paraná enquanto Sousa et al. (2016b) reportaram teores de 1,90 a 4,20 mg.100g⁻¹ de flavonoides amarelos nos méis de abelhas sem ferrão do Rio Grande do Norte e Paraíba.

Assim como os demais compostos bioativos, os flavonoides amarelos atuam na captação e na neutralização de radicais oxidantes e quelam íons metálicos, interferindo nas reações de propagação e formação destes radicais. Além da ação antioxidante, estes compostos atuam como pigmentos para flores e frutos, conferindo pigmentação amarela, vermelha e azul (Moraes et al., 2022).

Clorofila total

Em relação aos resultados referentes à clorofila total, observou-se no mel da espécie *M. quadrifasciata* (amostra D), o valor mínimo de 0,23 mg.100g⁻¹ e para amostra E (*M. scutellaris*), o nível máximo detectado de 0,57 mg.100g⁻¹. Os demais méis oriundos de Planalto e Poções apresentaram de 0,26 mg.100g⁻¹ a 0,30 mg.100g⁻¹ de clorofila total. Segundo Waltrich & Carvalho (2020), a clorofila é uma das substâncias que as abelhas colhem de diferentes fontes vegetais, devido a quantidades residuais de pólen provindos das flores e plantas visitadas pelas abelhas durante o processo de recolhimento de néctar, estando

a clorofila, associada com a variação de tonalidade e coloração dos méis. A clorofila e seus derivados são captadores de substâncias, como radicais livres, atuando como antioxidante e potencial terapêutico na prevenção de agravos à saúde (Kurdziel & Solymosi, 2017; Hayes & Ferruzzi, 2020).

Vitamina C

Segundo Silva et al. (2010), a vitamina C encontra-se no mel na concentração de 2 a 4 mg.100g⁻¹. No presente estudo, observou-se na amostra D, da espécie *M. quadrifasciata*, 3,64 mg.100g⁻¹ de vitamina C em sua composição enquanto a amostra A, da espécie *T. angustula*, 6,75 mg.100g⁻¹. As amostras B e C (*M. quadrifasciata*) tiveram valores de 4,70 mg.100g⁻¹ para essa variável, enquanto a amostra E, da espécie *M. quadrifasciata*, obteve 5,73 mg.100g⁻¹. Estes resultados foram inferiores aos reportados por Sousa et al. (2013) para o mel de *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris* (8,8 a 36,1 mg.100g⁻¹) da região de Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

A vitamina C, além de antioxidante, desempenha funções biológicas associadas ao sistema imune, atua na absorção de ferro, na formação de colágeno, no combate ao estresse oxidativo, sequestrando radicais livres, doando hidrogênio e quelantes de metais, e consequentemente, reduzindo a incidência de doenças crônicas não degenerativas e não transmissíveis, como diabetes, câncer e doenças cardiovasculares (Sadowka-Bartosz et al., 2014).

Atividade antioxidante

Por possuírem uma série de compostos bioativos capazes de proteger o organismo contra os efeitos nocivos promovidos pelos radicais livres, verificou-se no presente estudo, que a capacidade antioxidante dos méis variou de 17,50% (amostra B) a 62,64% (amostra D). Os méis oriundos de Planalto (*T. angustula*), apresentam capacidade antioxidante de 37,11%; A amostra C colhida na região de Poções, 32,15% (*M. quadrifasciata*) e 31,68% foi alcançado para a amostra E (*M. scutellaris*) proveniente de Teixeira de Freitas-BA.

Oliveira et al. (2013), estudaram méis de abelha sem ferrão da espécie *M. fasciculata*, *M. flavolineata* e abelha africanizada *Apis mellifera* e observaram a capacidade antioxidante de 54,43 mg.100g⁻¹, 48,92 mg.100g⁻¹ e 29,31 mg.100g⁻¹, como 88,81 mg de ácido gálico 100g⁻¹, 236,71 mg de ácido gálico 100g⁻¹ e 138,25 mg de ácido gálico 100g⁻¹ de teores totais de fenóis respectivamente, principalmente os méis mais escuros, que possuíram maiores teores de compostos fenólicos. Carvalho et al. (2021) traz a relação da atividade antioxidante com outros fatores que influenciam nessa capacidade, como os constituintes oriundos das espécies botânicas utilizadas como fonte, bem como a origem geográfica.

Os efeitos benéficos à saúde associados ao consumo do mel estão atribuídos à presença de diferentes classes de compostos, como as vitaminas, minerais, ácido orgânicos e principalmente aos compostos bioativos (Oliveira et al., 2013), os quais variam quanto sua concentração devido às diferentes exposições da planta ao meio ambiente, como por exemplo a sua atuação nas plantas como protetores do estresse ambiental, na mudança de temperatura, teor de água, luz, exposição à luz ultravioleta, bem como apresentarem deficiência de nutrientes e minerais do solo. Portanto, podem variar quanto à sua quantidade e qualidade (Silva et al., 2016).

Vale pontuar que a coleta das amostras obtidas para realização deste estudo ocorreu em um período posterior ao elevado índice pluviométrico no estado da Bahia, podendo ter interferência direta ou indireta na composição e nos parâmetros analisados nesse estudo, além da biodiversidade própria de cada local de produção e espécies nativa das abelhas.

Nesse contexto, vale ressaltar que além de possuir um grande valor nutritivo, o mel pode ser empregado como um excelente adoçante natural bem como uma fonte de recursos terapêuticos e cosméticos, por conta da presença de vitaminas, compostos bioativos, minerais e outras substâncias em sua composição que contribuem para sua atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante (Batiston et al., 2020; Freitas et al., 2022).

Comportamento reológico

A Figura 3 apresenta os resultados das curvas que determinam as características reológicas de cada amostra de mel das diferentes espécies de meliponíneos coletadas. Observou-se que em todos os resultados obtidos o mel se comportou de maneira linear entre a tensão de cisalhamento (D/cm^2) e a taxa de cisalhamento (1/segundo), como também pela ausência de uma tensão inicial de escoamento, indicando que os méis analisados apontam o comportamento de fluidos newtonianos. Os valores do índice de fluxo indicam fisicamente o grau de desvio ou afastamento do fluido, além dessa relação linear entre a tensão e a taxa de cisalhamento expressada nos gráficos da Figura 3 e Tabela 5 (Toneli et al., 2005; Sousa et al., 2016).

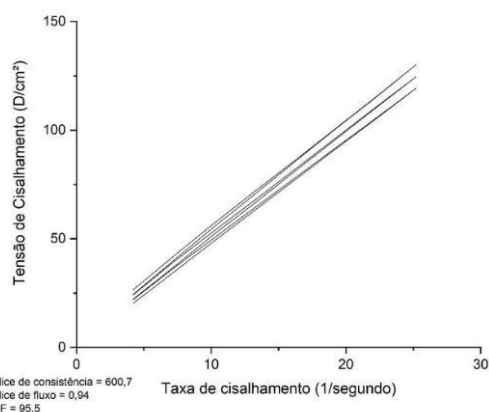
Uma das características principais do mel é a viscosidade; é uma medida da resistência ao escoamento, estando diretamente dependente do teor de sólidos dissolvidos, da umidade e de macromoléculas presentes na composição. Nos fluidos newtonianos, a viscosidade mantém-se constante com a variação da taxa de cisalhamento, sendo influenciada somente pela alteração de temperatura ou da sua composição (Saravacos & Maroulis, 2001; Oroian et al., 2011; Karasu et al., 2015; Souza et al., 2021). O índice de consistência representa o grau de resistência de um fluido ao escoamento, quanto maior esse índice, mais viscoso é o fluido. Observando os resultados expressos na Tabela 5, pode-se inferir que os méis das espécies *M. scutellaris* e *T. angustula* (amostras E e A, respectivamente) são mais viscosos comparados aos da espécie *M. quadrifasciata*.

Tabela 5 - Parâmetros reológicos das amostras de méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia.

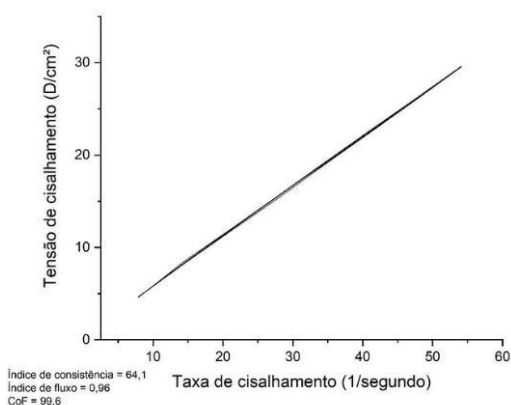
Amostras	Espécies	Índice de consistência (k)	Índice de fluxo (η)	Coefficiente da força de cisalhamento (CoF)
A ¹	<i>T. angustula</i>	600,7	0,94	95,5
B ²	<i>M. quadrifasciata</i>	64,1	0,96	99,6
C ³	<i>M. quadrifasciata</i>	107,2	0,93	99,3
D ³	<i>M. quadrifasciata</i>	311,0	0,94	92,4
E ¹	<i>M. scutellaris</i>	1.426,0	1,00	98,9

¹ Spindle SC4-34; ² Spindle SC4-18; ³ Spindle SC4-31. Fonte: Autoria própria (2023).

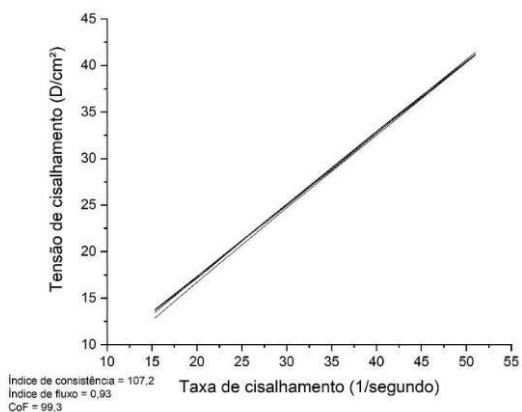
Figura 3 – Resultados referentes às análises de atividade reológica das amostras de méis de abelhas sem ferrão.



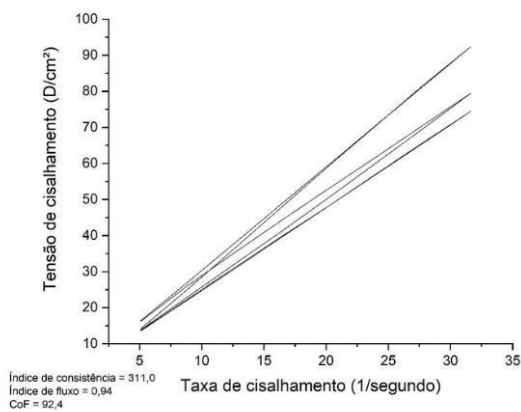
Amostra A - *T. angustula*



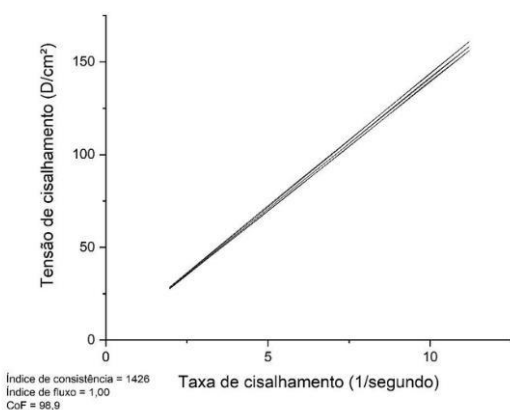
Amostra B - *M. quadrifasciata*



Amostra C - *M. quadrifasciata*



Amostra D - *M. quadrifasciata*



Amostra E - *M. scutellaris*

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 3, por sua vez, ilustra as curvas obtidas para o índice de fluxo, o qual indica fisicamente o grau de desvio ou afastamento do fluido, além dessa relação linear entre a tensão e a taxa de cisalhamento. A Tabela 6 apresenta os resultados dos testes de Lund, Fiehe e Lugol dos méis de abelha sem ferrão coletados e analisados no presente estudo.

Tabela 6 - Testes de Lund, Fiehe e Lugol realizados nos méis de abelhas sem ferrão provenientes do Estado da Bahia.

Amostras	Espécies	Análises			Local
		Reação de Lund	Reação de Fiehe	Reação de Lugol	
A	<i>T. angustula</i>	Sedimento - 2mL	Sem alteração na coloração	Sem alteração na coloração	Planalto-BA
B	<i>M. quadrifasciata</i>	Sedimento - 1,5 mL	Sem alteração na coloração	Sem alteração na coloração	Planalto-BA
C	<i>M. quadrifasciata</i>	Sedimento - 2mL	Sem alteração na coloração	Sem alteração na coloração	Poções-BA
D	<i>M. quadrifasciata</i>	Sedimento - 2,5 mL	Sem alteração na coloração	Sem alteração na coloração	Feira de Santana-BA
E	<i>M. scutellaris</i>	Ausência de sedimento	Coloração vermelha intensa	Coloração marrom-avermelhada	Teixeira de Freitas-BA

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com a Tabela 6, referente aos testes de Lund, Fiehe e Lugol, observou-se que todas as amostras, com exceção da amostra E, da espécie *M. scutellaris*, apresentaram sedimentação e não apresentaram mudanças em suas colorações. Ressalta-se que ocorre a influência direta da fonte botânica e bioma regional na qualidade da produção dos méis de abelha sem ferrão, alterando, assim, a concentração dos componentes em sua constituição final. Portanto, vale destacar que os testes realizados não determinam se existem alterações ou adulterações nos méis estudados, sendo influenciado por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos. Vale destacar que os testes de Lund, Fiehe e Lugol estão relacionados aos parâmetros de qualidade somente para os méis de *Apis mellifera*.

O mel por ser um produto natural com um fornecimento limitado, e por consequência, com um considerável valor agregado ao produto, sofre inúmeras alterações em sua composição. Podendo ser alterações intrínsecas ao mel ou antropogênica. A primeira alteração é característica natural em méis, decorrentes de fatores ambientais, como por exemplo, oscilação da umidade, mudança de clima ao longo do dia ou o prolongamento da maturação, que leva a uma degradação de seus componentes. A alteração antropogênica, por sua vez, está relacionada ao lucro sob a venda do produto, podendo ser pela adição de água, amido e glicose com a finalidade de aumentar o rendimento (Buligon et al., 2015).

O teste de Lund determina a presença de proteínas naturais presentes no mel de abelhas com ferrão. Portanto, para que seja considerado um mel puro, de boa conservação e produção, é preciso a presença dessas proteínas na solução, estando-as precipitadas. Esta análise é aplicada aos méis de *Apis mellifera* e não possui regulamento para as abelhas sem ferrão. Nos testes analisados, observou-se que todas as amostras, com exceção da amostra E (*M. scutellaris*), apresentaram sedimentação de 1,50 a 2,50 mL. Na reação de Fiehe, os resultados foram semelhantes aos obtidos para reação de Lund, demonstrando que todas as amostras com exceção da E (*M. scutellaris*) apresentaram resultado negativo.

A reação de Lugol é empregada para detectar se há presença de amido ou dextrinas, uma das formas de adulteração mais comum pesquisada nos méis de *Apis mellifera*. Não divergindo com os demais testes, a reação de Lugol identificou a

amostra E, *M. scutellaris*, proveniente de Teixeira de Freitas-BA com alteração de cor para o tom marrom-avermelhado na análise realizada. Vale ressaltar que estes ensaios não são contemplados nas legislações de controle de qualidade dos méis das abelhas sem ferrão. Portanto, é necessário avaliar com cautela, parâmetros que padronizam os méis de diferentes espécies de abelhas e não conseguem agregar as diversidades de condições na formação e composição desses produtos. Para uma avaliação mais precisa das características e da qualidade dos méis das espécies de meliponíneos, é imprescindível que ocorra mais pesquisas a fim de estabelecer uma legislação mais especializada que contemple parâmetros específicos para essas espécies.

4. Conclusão

Os méis das abelhas sem ferrão *Melipona quadrifasciata* (mandacariá), *Tetragonisca angustula* (Jataí) e *Melipona scutellaris* (Uruçu-nordestina) oriundos dos quatro municípios do território baiano apresentaram variabilidade nos resultados referentes à caracterização físico-química, química, fitoquímica e atividade antioxidante. A espécie que se destaca nas características físico-químicas e químicas é a *Melipona scutellaris*, do município de Teixeira de Freitas, em especial nas análises de pH (ácido), acidez total, sólidos solúveis totais, sacarose aparente e de HMF. Quanto à caracterização fitoquímica, a *M. scutellaris*, se destaca nas análises de compostos fenólicos totais e clorofila total, enquanto a *M. quadrifasciata*, do município de Feira de Santana, se destaca nas análises de flavonoides amarelos e na atividade antioxidante. As diferenças dos resultados entre as espécies estudadas podem estar relacionadas aos diversos fatores associados à produção e maturação do mel, como diferentes origens botânicas, climáticas e regionais das quais os méis foram colhidos, resultando na exclusividade sensorial e características únicas em sua composição.

Em relação aos resultados do comportamento reológico, os dados apontam a tendência para um comportamento de um fluido newtoniano, destacando-se o mel da *M. Scutellaris* (Amostra E), com maior índice de fluxo e índice de consistência. Em relação aos Testes de Lund, Fiehe e Lugol, verificou-se comportamento semelhante para todas as amostras, com exceção da amostra E, na qual apresentou ausência de sedimentação e colorações diferentes dos demais méis estudados.

Vale ressaltar que os méis das abelhas nativas desempenham papel econômico para pequenos e médios produtores tanto para consumo alimentar quanto para o desenvolvimento de produtos e seus derivados que apresentam alto valor agregado. Ademais, as abelhas sem ferrão desempenham um papel essencial na conservação dos ecossistemas, através da polinização. Entretanto, encontram-se em risco de extinção devido ao desmatamento e à poluição ambiental em todo território nacional.

Devido à ausência de parâmetros estabelecidos por órgãos ou instituições nacionais referentes aos critérios dos diferentes meliponíneos, o presente estudo aponta a necessidade de mais pesquisas para que se possa estabelecer uma legislação nacional específica que aborde os parâmetros de qualidade dos méis de meliponíneos respeitando as particularidades como a diversidade genética, fonte botânica e regionalidade, sendo fatores que interferem em sua identidade e caracterização singular. Os resultados deste trabalho científico contribuem para divulgar o mel como um alimento de qualidade nutricional e funcional. Destaca também a carência de pesquisas voltadas para os méis de meliponíneos distribuídos nos diferentes biomas brasileiros, devido às suas características e potencialidades necessitarem ser conhecidas e aprofundadas, contribuindo, portanto, para ações conservacionistas frente a esta população e impactos positivos na economia circular deste produto.

Referências

- ADAB (2014). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão. http://www.adab.ba.gov.br/wp-content/uploads/Port_207_de_21_11_2014-1.pdf.
- Adams C. J., Boulton, C. H., Deadman, B. J., Farr, J. M., Grainger, M. N., Manley-harris, M., & Snow, M. J. (2008). Isolation by HPLC and characterisation of the bioactive fraction of New Zealand manuka (*Leptospermum scoparium*) honey. *Carbohydrate Research*, 343, 651-9.

- Aguiar, L. K., Marques, D. D., Sartori, R. A., Silva K. L., & Scarante G. C. (2016). Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão no Estado do Acre. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 13 (23), 910.
- Albaridi, N. A. (2019). Antibacterial Potency of Honey. *International Journal of Microbiology*, 2019: 1-10. 10.1155/2019/2464507
- Almeida-Muradian, L. B., Stramm K. M., Horita A., & Barth O. M. (2013). Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. *International Journal of Food Science and Technology*, 48 (8), 1698-06.
- Alvarez, S. J. M., Gonzalez, P. A. M., Santos, B. C., & Battino, M. (2010). Antioxidant characterization of native monofloral Cuban honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 9817-24.
- Alves, R. M. O., Carvalho, C. A. L., Souza, B. A., Sobré, G. S., & Marchini, L. C. (2011). Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona manduca* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Ciências Tecnológicas e Alimentação*. Campinas-SP, 25(4), 644-50.
- Alves, D. F. S., Júnior, F. C. C., Cabral, P. P. A. C., Júnior, R. M. O., Rego, A. C. M., & Medeiros, A. C. (2008). Efeitos da aplicação do mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas de ratos. *Revista Col. Bras. Cir.*, 35 (3), 188-93.
- Anacleto, D. A., Souza B. A., Marchini L. C., & Moreti A. C. C. (2009). Composition of the honey of samples originated from Jatá bees- *Tetragonisca angustula*. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, 29 (3), 535-41.
- Araújo, J. S. et al. (2017). Chemical composition and biological activities of mono-and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (5), 921.
- Aroucha, E. M. M., Oliveira A. J. F., Nunes G. H., Maracajá P. B., & Santos M. C. A. (2012). Mel de abelha do Rio grande do Norte: qualidade física - química - sensorial - potencial antioxidante. *Revista Caatinga*, 21 (1), 211-17.
- ASSOCIAÇÃO A.B.E.L.H.A (2020). Abelhas sem ferrão. <https://abelha.org.br/abelhas-sem-ferrao/> Aquino, IS (2006). Abelhas Nativas da Paraíba. 1ª edição, João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 91.
- Batiston, T. F. T. P., Frigo, A., Stefani, L. M., Silva, A. S. D., & Araujo, D. N. (2020). Physicochemical composition and antimicrobial potential of stingless honey: a food of differentiated quality. *Research, Society and Development*, 10(9), 01-09.
- Bertoncelj, J., Golob, T., Kropf, U., & Korošec, M. (2011). Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(8), 1661-71.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2007). Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: A review. *Apodologie*, 35, 4-17.
- Borsato, M. D., Esmerino, L. A., Farago, P. V., Miguel, M. D., & Miguel, O. G. (2013). Atividade antimicrobiana de méis produzidos por meliponíneos nativos do Paraná- Brasil. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, Curitiba, 31 (1), 57- 66.
- Brand-Wiliams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- BRASIL (2000) Ministério da Agricultura. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. *Poder Executivo*, Brasília, DF. Seção 1, 16-17.
- Bueno-Costa, F. M., Rui, C. Z., Bohmer, B. W., Chaves, F. C., Silva, W. P., Zanusso, J. T. & Dutra, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Science and Technology*, 65, 333-40. 10.1016/j.lwt.2015.08.018.
- Buligon, C., Pegoraro, N., Bersch, P., Salazar, R. F. S., & Salazar, L. N. (2015). Avaliação de Fraudes em méis consumidos na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Disciplinarum Scientia Série: Ciências da Saúde*, 16 (2), 212-20.
- CAC- Codex Alimentarius Commission (2021). Standard for Honey: Codex Stan 12- 1981 and 2001. *International Food Standards*. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>.
- Carvalho, C. A. L., de Souza, B. de A., Sodré, G. da S., Marchini, L. C., & Alves, R. M. O. (2005). Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas, BA: Graf. Ed. Nova Civilização. (Série Meliponicultura, 4).
- Carvalho, E. L. S., Bonfim, E. M. S., Silva, M. C., Lima, L. C. L., Marques, E. J., & Vale, V. L. C. (2021). Atividade Antibacteriana, Antioxidante e Compostos Fenólicos de Méis Produzidos por *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Apidae, Meliponini). *Research, Society and Development*, 10 (10).
- Cruz, L. F. S., Santos, T. S., Souza, C. O., Santos, L. S. M., Druzian, J. I., Tavares, P. P. L. G., Nascimento, R. Q., Bullos, R. B. A., & Almeida, L. M. R. (2020). Determination of physicochemical characteristics and bioactive compounds in samples of pollen, geopropolis and honey from *Melipona Scutellaris* bee species. *Brazilian J. Develop*, 6 (4), 21484-96.
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, 149, 84-90.
- Estevinho, L. M. et al (2016). Characterization of *Lavandula* spp. honey using multivariate techniques. *Plos One*, 11 (9).
- Evangelista A. R., & Gois, G. C. (2008). Desenvolvimento produtivo de colmeias de abelhas *Melipona scutellaris*. *Biotemas*, 21, 59-64.
- Fernandes R. T., Silva A. C. C., & Rosa, I. G. (2020). Características de qualidade do mel de abelha sem ferrão (*Melipona fasciculata*) produzidos na baixada maranhense. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 6, (6), 41.268-75.

- Freitas, E. P. B., Craveiro, R. S., Assunção, J. M. B., Lopes, Y. M. S., Junior, E. N. M., & Souza, R. F. (2022). Caracterização físico-química em méis de abelhas produzidos no município de Cachoeira do Arari- Ilha de Marajó- Pará. *Research Society and Development*, 11 (3).
- Freitas W. E. S. (2010). Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão (*Melipoma subnitida*) após tratamento térmico. *Acta Veterinaria Brasilica*, Mossoró-RN, 4 (3), 153-57.
- Garcia, L. N. H., Castro, B. G. D., Velame, M. S., Raghianti, F., Pinto, J. P. A. N., Possebon, F. S., & Martins, O. A. (2018). Physical-chemical quality of honey of *Apis mellifera* of different flowering. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 12(1).
- Giada, M. L. R. & Filho, J. M. (2007). Importância dos Compostos Fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. *UEPG Ciências Biológicas Saúde*, Ponta Grossa, 12 (4) 7-15.
- Giannini, T. C., Costa, W. F., Borges, R. C., Miranda, L., da Costa, C. P. W., & Saraiva, A. M. (2020). Mudanças climáticas na Amazônia Oriental: abelhas polinizadoras e de ocorrência restrita são potencialmente mais afetadas. *Reg. Ambiente Chang*, 20 (9).
- Gomes, L. D., Faeiro, K. M., Santos, S. O., Guimarães, L. E., & Silva-neto, C. M (2015). Caracterização físico-química dos méis no Brasil. *Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer*, Goiânia, 11 (22), 683.
- Gomes, B. B., Jesus L. K., Scmiele M., & Rigolon T. C. B. (2022). Efeitos das antocianinas na saúde: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 11 (4).
- Gruter, C. (2020). Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution. *Springer, Cham*.
- Hayes M. & Ferruzzi M. G. (2020). Update on the bioavailability and chemopreventative mechanisms of dietary chlorophyll derivatives. *Nutr Res Sep.*, 81, 19-37.
- Holanda, C. A., Brandão C. M., Souza J. L., Ribeiro M. N., Alves L. M. C., & Costa M. C. P. (2015). Quality and estimative of time-consuming of tiúba honey (*Melipona fasciculata* Smith) produced in cerrado region from Maranhão State, Brazil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos*, 6 (3), 53.
- Kamal, M. A. & Klein, P. (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18, 17-21.
- Karasu, S., Tokur, O. S., Yilmaz, M. T., Karaman, S., & Dertli, E. (2015). Thermal loop test to determine structural changes and thermal stability of creamed honey: Rheological characterization, *Journal of Food Engineering*, 150, 90-98.
- Kesié, A., Mazalović, M., Crnkić, A., Catović, B., Hadzidedić, S., & Dragosević, G. (2009). The influence of L-Ascorbic acid content on total antioxidant activity of bee-honey. *European Journal of Scientific Research*, New York. 32 (1), 95-101.
- Koser, J. R., Barbiéri, C., & Franco, T. M. (2020). Legislação sobre meliponicultura no Brasil: demanda social e ambiental. *Sustainability in Debate-Brasília*. 11 (1), 179-94.
- Krga, I., Monfoulet, L. E., Konic-Ristic, A., Mercier, S., Glibetic, M., Morand, C., & Milenkovic, D. (2016). Anthocyanins and their gut metabolites reduce the adhesion of monocyte to TNF α -activated endothelial cells at physiologically relevant concentrations. *Archives of biochemistry and biophysics*, 599, 51-59.
- Kurdziel B. M., & Solymosi K. (2017). Phycobilins and Phycobiliproteins Used in Food Industry and Medicine. *Mini Rev Med Chem.*, 17(13), 1173-93.
- Lanfer-Marquez, U. M. (2003). Clorofila na alimentação humana: uma revisão. *Rev. Bras. Ciênc. Farmac.*, 39 (3), 227-42.
- Liberato M. C. T. C., Lima P. R. S., Aguiar G. M., Muniz I. R. R., Farias R. A., Neto, J. R. V., Silva, L. R., & Vasconcelos, V. C. S. (2020). Quantificação dos compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em mel de *Melipona subnitida* D. Atividade de Ensino e de Pesquisa em Química 3, *Atena Editora*, Paraná, 6, 50- 55.
- Lirio, F. C., dos Santos Bello, M., Moura, M. R. L., de Carvalho, L. M. J., & Gregorio, S. R. (2015). Avaliação dos parâmetros físico-químicos e análise por componentes principais de méis silvestres produzidos e comercializados no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Infarma-Ciências Farmacêuticas*, 27 (3), 168-75.
- Machado, R., Silva A. C., Paulo M. C., Silva M. J., Rocha G. M., & Oliveira G. A. (2020). View of Antimicrobial activity and toxicity of stingless honey hives *Melipona rufiventris* and *Melipona fasciculata*: a review. *Research, Society and Development*, 9 (8).
- Marinho, J. K. L., Moreira, C. V. D. S., Ferreira, L. C., Damasceno, K. S. F. D. S. C., Santos, J. A. B. D., & Holland, N. (2018). Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis comercializados em Natal, RN. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 1-6.
- Medeiros D., & Souza, M. (2016). Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas. *Atas de Ciências da Saúde*, 3 (4).
- Medeiros, V. F. L. P., Rego, A. C. M., Filho, I. A., Medeiros, V. B., & Medeiros, A. (2015). Physicochemical attributes and quality of the *Melipona scutellaris* honey: comparison with Brazilian regulatory standards. *J. Surg Cl Res*, 6 (2), 57-63.
- Melo, Z. F. N., Duarte, M. E. M., & Mata, M. E. R. M. C. (2003). Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 5 (1), 89-99.
- Mendes, C. D. G., Silva, J. B. A. D., Mesquita, L. X. D., & Maracaja, P. B. (2009). As análises de mel: revisão. *Revista Caatinga*, 22 (2), 07-14
- Mendonça, K., Marchini, L. C., Souza, B. D. A., Almeida-Anacleto, D. D. & Moreti, A. C. D. C. C. (2008). Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. *Ciência Rural*, 38(6), 1748-53.
- Menezes, B. A. D., Mattietto, R. A., & Lourenço, L. F. H. (2018). Avaliação da qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará. *Rev. Ciência Animal Brasileira*, 19, 1-13.

- Mercês, M. D., Peralta, E. D., Uetanabaro, A. P. T., & Lucchese, A. M. (2013). Atividade antimicrobiana de méis de cinco espécies de abelhas brasileiras sem ferrão. *Ciência Rural*, Santa Catarina, 43 (4), 672-75.
- Moraes, G. V., Jorge, G. M., Gonzaga, R. V., & Santos, D. A. (2022). Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. *Research, Society and Development*, 11 (14).
- Oliveira, E. G., Monteiro Neto, V., Silveira, L. M. S., Nascimento, A. R., Nahuz, M. S. R., Meneses, S L., Vasconcelos, A. F. F., Costa, M. C. P., Borges, A. C. S., Boguea, A. L. G., Azevedo, C. C., Ferreira, C. F. C., & Lima, J. C. (2006). Avaliação de parâmetros físico-químicos do mel de tiúba (melipona compressipes fasciculata smith), produzidos no estado do maranhão. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, 20 (146), 74-81.
- Oliveira P. S., Muller R. C., Dantas K. G., Alves C. N., Vasconcelos M. A., & Venturieri G. C. (2013). Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de Melipona fasciculata, M. flavolineata (Apidae, Meliponini) e Apis mellifera (Apidae, Apini) da Amazônia. Belém, Pará. *Química Nova*, 35 (9), 1728-32.
- Oroian, M., Amariei, S., Escriche, I., & Gutt, G. (2011). Rheological aspects of Spanish honeys. *Food and Bioprocess Technol*, 6, 228–41.
- Palioto, G. F., Silva, C. F. G., Mendes, M. P., Almeida, V. V., Rocha, C. L. M. S. C., & Tonin, L. T. D. (2015). Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de Morinda citrifolia Linn (noni) cultivados no Paraná. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Campinas, 17 (1), 59-66.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Pereira, N. C., Diniz, T. O., & Takasusuki, M. C. C. R. (2020). Abelhas nativas e sua importância. A Interface do Conhecimento sobre Abelhas 2. Editora Atena, 1, 14.
- Ribeiro, R. D. O. R., Silva, C., Monteiro, M. L., Baptista, R. F., Guimarães, C. F., Mársico, E. T., & Silva Pardi, H. (2009). Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 16 (1).
- Ribeiro, R., & Starikoff, K. R. (2019). Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1), 111-18.
- Rodrigues M. (2005). Zoneamento geoambiental do município de vitória da Conquista- Ba. *Revista Geográfica de America Central*, 60, 239-348.
- Roós, P. B., Soares, L. B., Resmim, C. M., Rosa, F. P., Farina, J. B., Vielmo, N. I. C., Sisti, J. N., Caetano, M. M., & Tusi, M. M. (2018). Avaliação de parâmetros físico-químicos e da atividade antimicrobiana in-vitro de méis de Jatá (Tetragonisca angustula) provenientes do Rio Grande do Sul. *Perspectiva, Erechim*, 42 (159), 97-107.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jiménez, J. P., & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico - EMBRAPA. ISSN 1679-6535, Fortaleza, CE.
- Sadowska-Bartosz, I., Adamczyk, R., & Bartosz, G. (2014). Protection against peroxynitrite reactions by flavonoids. *Food Chemistry*, 164, 228–33.
- Shahidi, F. & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–97.
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para tecnologia. 2ed. Editora Erica.
- Silva, A. C., Paulo, M. C., Silva, M. J., Machado, R. M., Rocha, G. M., & Oliveira, G. A., (2020). Atividade antimicrobiana e toxicidade dos méis das abelhas sem ferrão Melipona rufiventris e Melipona fasciculata: uma revisão. *Research, Society and Development*, 9 (8).
- Silva, D. S., Maia, G. A., Sousa, P. H. M., Figueiredo, R. W., Costa, J. M. C., & Fonseca, A. V. V. (2010). Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. *Ciência. Tecnol. Aliment.* 30 (1), 237-43.
- Silva, I. A. A., Silva, T. M. S., Camara, C. A., Queiroz, N., Magnani, M., Novais, J. S., Soledade, L. E. B., et al. (2013). Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry* 141, 3552–58.
- Silva, L. (2014). Por uma leitura sociotécnica da história da criação de abelhas no Brasil: análise à luz da Social. *Construction of Technology (SCOT)*.
- Silva, M. L., Costa, R. S., Santana, A. D. S., & Koblit, M. G. B. (2010). Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Ciências Agrárias*. 31(3), 669-82.
- Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga L. V., & Costa, A. C. O. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-23.
- Silva, P. M. et al. (2016a). Honey: chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309–23.
- Silva, P. S. M. (2014). The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 61 (4), 348-54.
- Silva, R. P. F. F., Rocha-Santosa, T. A. P., & Duarte, A. C. (2016b) Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. *Trends in Analytical Chemistry*, 76, 40–51.
- Silva, S. J. N., Schuch, P. Z., H., Vainstein, M. H., & Jablonski, A. (2018). Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínica capilar micelar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, (28) 46-50.
- Sousa, J. M. et al. (2016) Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 645-51.

- Sousa, J. M. B., Aquino, I. S., Magnani, M., Albuquerque, J. R., Santos, G. G., & Souza, E. L. (2013). 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*, Londrina, 34 (4), 1765-74.
- Sousa, E. P., Queiroz, A. J. M., Figueirêdo, R. M. F., Almeida, F. A. C., & Gomes, J. P. (2016a). Comportamento reológico de méis das floradas de angico e marmeleiro em diferentes temperaturas. *Engevista*, 18 (2), 389-01.
- Sousa, J. M. B., Souza, E. L., Marques, G., Benassi, M. T., Gullon, B., Pintado, M. M., & Magnani, M. (2016b). Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT - Food Science and Technology*, 65 645-51.
- Souza, B. A., Marchini, L. C., Souza, M. O., Carvalho, A. L. & Alves, R. M. O. (2009). Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. *Química Nova*, 32 (2), 303-08.
- Souza, C. F., Alves, L. R. P., Tulini, F. L., Mamede, A. M. G. N., Santana, A. C. B. A., & Lima, I. A. (2021). Parâmetros de qualidade de méis inspecionados comercializados na cidade de Barreiras-Bahia. *Research, Society and Development*, 10 (1).
- Strohecker, R., & Henning, H. M. (1967). Analisis de vitaminas: métodos comprobados. *Madrid: Paz Montalvo*, 428.
- Teixeira, L. N., Stringheta, P. C., & Oliveira, F. A. (2011). Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. *Revista Cere*, 55 (4), 297-04.
- Toneli, J. T. C. L., Murr, F. E. X., & Park, K. J. (2005). Estudo da Reologia de Polissacarídeos Utilizados na Indústria de Alimentos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 7, 181-04.
- Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker O., Tastemur, B., Sagdic, O., Dogan, M., & Kayacier, A. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46, 124-31.
- Venturieri, G., Vaconcelos, M. A. M., Marttietto, R., & Oliveira, O. S. (2007). Caracterização, Colheita, Conservação e Embalagens de Méis de Abelhas Indígenas sem ferrão. *Embrapa, Amazônia Oriental- 1ª edição*.
- Venturieri, G. C. (2008). Criação de abelhas indígenas sem ferrão. *Embrapa, Amazônia Oriental- 2ª edição*.
- Vieira, T. R., Noguez, C. S., Santos, M. A., & Wagner, S. A. (2023). Caracterização físico-química e botânica do mel de abelhas sem ferrão (Meliponini), de ocorrência no Vale do Taquari- RS, objetivando edição de RTIQ. *Research, Society and Development*, 12 (3).
- Villas-Bôas, J. (2012). Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão- 1ª edição. *Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)*, 96.
- Waltrich, C. & Carvalho, L. F. D. (2020). Study of physical and chemical properties during storage of honey produced in the region of Blumenau, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7), 4959-7407