

## Mel de abelhas sem ferrão: uma revisão sobre parâmetros químicos, teor de compostos bioativos e suas propriedades terapêuticas

Honey from stingless bees: a review on chemical parameters, content of bioactive compounds and their therapeutic properties

Miel de abejas sin aguijón: revisión de parámetros químicos, contenido de compuestos bioactivos y sus propiedades terapéuticas

Recebido: 08/11/2022 | Revisado: 21/11/2022 | Aceitado: 23/11/2022 | Publicado: 30/11/2022

**Beatriz Beceveli Andrade**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2870-4929>  
Universidade Federal da Bahia, Brasil  
E-mail: [beatriz.beceveli@ufba.br](mailto:beatriz.beceveli@ufba.br)

**Eduardo Bruno Macêdo Viana**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-7429>  
Universidade Federal da Bahia, Brasil  
E-mail: [ebmviana@gmail.com](mailto:ebmviana@gmail.com)

**Marcia Elena Zanuto**

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

**Cassiara Camelo Eloi de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1811-6143>  
Universidade Federal da Bahia, Brasil  
E-mail: [cassiara@ufba.br](mailto:cassiara@ufba.br)

### Resumo

O mel é um alimento de alto valor energético, funcional e medicinal produzido principalmente pelas abelhas africanas ou também conhecidas como europeias, da espécie *Apis mellifera*. Entretanto, existem outras espécies de abelhas produtoras de mel, que são conhecidas como abelhas sem ferrão, popularizadas como abelhas nativas ou indígenas. Estas, estão diversificadas em várias espécies, que são divididas em dois grupos, podendo ser da tribo Meliponini e da tribo Trigonini. O mel destas abelhas é diferenciado do mel das abelhas africanas por apresentar um sabor peculiar e de maior valor de mercado. Desse modo, o presente estudo analisou trabalhos publicados que melhores se enquadraram na temática abordada relacionados com as características químicas e funcionais de méis de diferentes espécies de abelhas nativas distribuídas pelo território brasileiro com a finalidade de contribuir com o conhecimento de suas características e potenciais. Diante dos estudos, foi possível observar o potencial funcional dos méis devido à presença de compostos bioativos, resultando em ações antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e imunológicas. Vale destacar a exclusividade de sua composição, devido à variação e diversidade dos fatores para a produção do mel, como a origem botânica, a espécie meliponínea, o clima, o solo, umidade, entre outros fatores que interferem na sua composição. Vale evidenciar a necessidade de mais estudos e pesquisas para um melhor conhecimento a respeito das atividades funcionais provenientes do mel e da importância das abelhas sem ferrão para a comunidade científica, o meio ambiente, a produção de alimentos e o planeta.

**Palavras-chave:** Meliponicultura; Caracterização química; Alegações funcionais.

### Abstract

Honey is a food of high energy, functional and medicinal value produced mainly by African or also known as European bees, of the species *Apis mellifera*. However, there are other species of honey bees, which are known as stingless bees, popularized as native or indigenous bees. These are diversified into several species, which are divided into two groups, which can be from the Meliponini tribe and the Trigonini tribe. The honey of these bees is distinguished from the honey of African bees because it has a peculiar flavor and has a higher market value. Thus, the present study analyzed works published that best fit the topic addressed related to the chemical and functional characteristics of honeys from different species of native bees distributed throughout the Brazilian territory in order to contribute to the knowledge of their characteristics and potentials. In view of the studies, it was possible to observe the functional potential of honeys due to the presence of bioactive compounds, resulting in antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, healing and immunological actions. It is worth mentioning the exclusivity of its composition, due to the variation and diversity of factors for the production of honey, such as botanical origin, meliponine species,

climate, soil, humidity, among other factors that interfere in its composition. It is worth highlighting the need for more studies and research for a better understanding of the functional activities from honey and the importance of stingless bees for the scientific community, the environment, food production and the planet.

**Keywords:** Meliponiculture; Chemical characterization; Functional claims.

### Resumen

La miel es un alimento de alto valor energético, funcional y medicinal producido principalmente por abejas africanas o también conocidas como europeas, de la especie *Apis mellifera*. Sin embargo, existen otras especies de abejas melíferas, que se conocen como abejas sin aguijón, popularizadas como abejas nativas o autóctonas. Estos se diversifican en varias especies, las cuales se dividen en dos grupos, que pueden ser de la tribu Meliponini y de la tribu Trigonini. La miel de estas abejas se distingue de la miel de las abejas africanas porque tiene un sabor peculiar y tiene un mayor valor de mercado. Así, el presente estudio analizó trabajos publicados que mejor se ajusten al tema tratado relacionados con las características químicas y funcionales de mieles de diferentes especies de abejas nativas distribuidas por todo el territorio brasileño con el fin de contribuir al conocimiento de sus características y potencialidades. En vista de los estudios, fue posible observar el potencial funcional de las mieles debido a la presencia de compuestos bioactivos, resultando en acciones antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, cicatrizantes e inmunológicas. Cabe mencionar la exclusividad de su composición, debido a la variación y diversidad de factores para la producción de la miel, como origen botánico, especie meliponina, clima, suelo, humedad, entre otros factores que interfieren en su composición. Cabe destacar la necesidad de más estudios e investigaciones para una mejor comprensión de las actividades funcionales de la miel y la importancia de las abejas sin aguijón para la comunidad científica, el medio ambiente, la producción de alimentos y el planeta.

**Palabras clave:** Meliponicultura; Caracterización química; Pretensiones funcionales.

## 1. Introdução

Historicamente, a criação de abelhas sem ferrão já existia antes da chegada da espécie *Apis mellifera* no Brasil, no século XIX (Silva, 2014). Nesse período, o mel e seus derivados eram utilizados como principal fonte de energia para longas caçadas e caminhadas (Alves et al., 2005), como alimentação e fins medicinais da população nativa (Rubens; Da silva, 2020).

Atualmente, a criação racional de abelhas sociais sem ferrão, denominada como meliponicultura, constitui uma atividade tradicional desenvolvida por pequenos e médios produtores em quase todas as regiões do Brasil. Essa atividade vem crescendo a cada ano com a finalidade de comercialização do mel para consumo e para produção de produtos compostos pelos seus derivados. Além do seu valor econômico, as abelhas nativas desempenham um papel na promoção da manutenção e conservação dos ecossistemas involuntariamente através da polinização (Silva, 2021). São insetos sociais de grande diversidade e ampla distribuição geográfica (Villas-Bôas, 2012) o que garante a sua adaptação em diferentes biomas e climas pelo Brasil (Villas-Bôas, 2012; Silva, 2021).

A Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB), órgão vinculado à Secretaria da Agricultura do Estado (SEAGRI), tomou a iniciativa de criar um regulamento técnico voltado para a meliponicultura, o qual só existe para a apicultura. A Lei de nº 13.905 de 29 de janeiro de 2018, dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de abelhas nativas sem ferrão (meliponíneos), no Estado da Bahia, sendo o primeiro do Brasil a regulamentar a produção de mel de abelhas sem ferrão social. O Art 1º cita que “ficam permitidos a criação, o manejo, o transporte e a conservação de Abelhas Nativas sem Ferrão (ANSF), assim como a implantação de meliponários, visando atender às finalidades socioculturais, de pesquisas científicas, fomento, educação ambiental, conservação, exposição, reprodução e comercialização de seus produtos e subprodutos, no âmbito do Estado da Bahia” (ADAB, 2018). Por sua vez, na Portaria de nº 207, de 21 de novembro de 2014, confere o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, da abelha social do gênero *Melipona*, estabelecido pela ADAB (2014).

É notório a importância das abelhas sem ferrão para o processo ecológico, de polinização, produção de alimentos e manutenção e conservação das plantas. Mas, vale destacar o alto valor econômico dos méis das abelhas sem ferrão para produção de bens de consumo, como matéria prima na produção de cosméticos, de medicamentos e fitoterápicos, alimentos e também como fonte de renda familiar para os meliponicultores.

As abelhas nativas pertencem à família Apidae e dividem-se em dois grupos quanto às suas tribos (Villas-Bôas, 2012). No primeiro grupo, encontram-se as espécies da tribo Meliponini, que são caracterizadas pela ausência de construção de células reais nas colmeias, locais onde as abelhas rainhas se desenvolvem até a fase adulta. Faz parte desta tribo somente as espécies do gênero *Melipona*, as quais são apreciadas por sua alta capacidade de produção de mel. No segundo grupo, encontra-se a tribo Trigonini, caracterizada pela presença das células reais, abrangendo diferentes gêneros de meliponíneos, como *Trigona*, *Tetragonisca*, *Scaptotrigona*, *Oxytrigona*, *Plebeia*, *Paratrigona*, entre outros (ASSOCIAÇÃO A.B.E.L.H.A., 2020).

No Brasil, as abelhas nativas ocupam, em sua grande parte, regiões de clima tropical (Norte e Nordeste). Outras também ocupam as regiões de clima subtropical, como Sudeste e Sul (Silva et al., 2013; Sant'ana, 2017). Na região Sudeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista - BA, considerado uma região de transição ecológica entre úmido e semiárido, caracterizado pela sua diversidade de biomas (caatinga, herbácea e arbustiva, podendo também ser encontrada vegetação característica de mata de cipó) e pelo seu clima de altitude, são encontradas diferentes espécies de meliponíneos, característicos de cada tipo de vegetação. São observadas as espécies *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e a *Melipona subnitida* da tribo Meliponini, além das espécies *Tetragonisca angustula* e a *Scaptotrigona postica* da tribo Trigonini. Outras espécies também se encontram em torno da região, como as espécies *Melipona asilvai* (popularmente conhecida como Monduri ou Rajada) e *Melipona mandacaia* (conhecida também por mandaçaia) (Rodrigues M., 2005; Silva, 2014).

Das abelhas da tribo Meliponini, a espécie *Melipona scutellaris*, popularmente conhecida como uruçú nordestina ou uruçú verdadeira, se diferencia das demais pela sua alta produtividade de mel e pela sua atividade de polinização (Evangelista et al., 2008). O seu mel é utilizado, além da forma de adoçante e de alimento, como forma de tratamentos pneumológicos, como gripes, tosses, bronquites e pneumonias (Aquino, 2006). Já a espécie *Melipona quadrifasciata*, conhecida como Mandaçaia, é encontrada em outras regiões de clima menos quente. Estas, se destacam por serem dóceis, adaptativas e boa produtora de mel (Alves et al., 2012). E a espécie *Melipona subnitida*, conhecida como Jandaíra, é a mais típica do sertão nordestino, sendo encontrada alojada em troncos de árvores da Caatinga. Possui como característica a adaptação a condições climáticas áridas (Aquino, 2006; Sousa, 2015).

Da tribo Trigonini, a espécie *Tetragonisca angustula*, mais conhecida como jataí, teve sua origem nas regiões de clima tropical temperado e subtropical do planeta. Ocupa lugares variados e de fácil adaptação em áreas urbanas (Leal, 2008; Chiapetti & Braghini, 2013). Além da jataí, outra espécie da tribo Trigonini, é a espécie *Scaptotrigona postica*, popularmente conhecida como mandaguari, que vive em ocos de árvores de clima tropical e subtropical. Essa espécie possui maior capacidade adaptativa ao frio do que ao calor nos períodos de verão e inverno, entretanto são resistentes a altas e baixas temperaturas (Macieira & Proni, 2004).

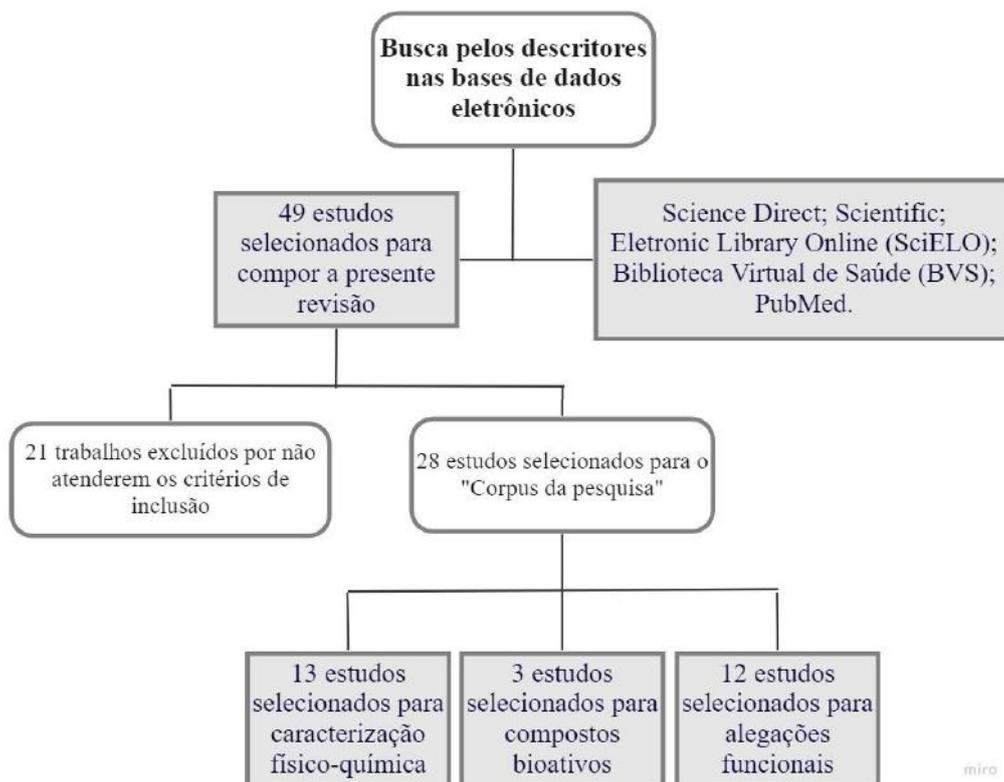
De acordo com o ISPN (Instituto Sociedade, População e Natureza, 2018), atualmente tem ocorrido o fenômeno denominado CCD (*Colony Collapse Disorder* ou “Síndrome do Colapso das Colônias”), se referindo à extinção das abelhas. Esse desaparecimento está relacionado a um conjunto de fatores, sendo eles associados ao sistema agrícola que predomina o agronegócio: desmatamento (expansão da fronteira agrícola), homogeneização das paisagens (monoculturas e escassez de flores) e, principalmente, o uso indiscriminado de agrotóxicos que extermina as populações de insetos.

Com o intuito de contribuir com a temática abordada, o presente estudo agregou diversos artigos científicos com a finalidade de avaliar os parâmetros químicos, o teor de compostos bioativos e os efeitos benéficos à saúde provenientes dos méis de abelhas sem ferrão devido à escassez de dados disponíveis referentes aos grupos de meliponíneos do território brasileiro.

## 2. Metodologia

A pesquisa realizada representa uma revisão bibliográfica, do tipo integrativa, a qual foi baseada na proposta referencial de Mendes et al. (2008), a partir de buscas em bases de dados eletrônicas que abordassem informações físico-químicas, químicas e funcionais dos méis das abelhas sem ferrão das espécies *Melipona scutellaris*, *Melipona subnitida*, *Melipona quadrifasciata* e *Tetragonisca angustula*. Utilizou-se as seguintes bases de dados: Science Direct; Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e PubMed, sendo usados os descritores em português e em inglês para filtrar as pesquisas, os quais foram: *Scaptotrigona postica*; *Melipona quadrifasciata*; *Tetragonisca angustula*; *Melipona scutellaris*; *Meliponini*; *Trigonini*; *Composição química*; *Compostos bioativos*; *Meliponicultura*; *Fitoquímicos*; *Abelhas indígenas*; *Abelhas nativas*; *Abelhas sem ferrão*; *Antioxidantes*; *Anti-inflamatório*; *Chemical composition*; *Bioactive compounds*; *Beekeeper*; *Phytochemicals*; *Phytochemicals indigenous bees*; *Native bees*; *Stingless bees*; *Antioxidant*; *Anti-inflammatory*. Nesta pesquisa, os critérios de inclusão foram o filtro temporal entre 2007 a 2021, de estudos na íntegra nos idiomas português e inglês sendo selecionados os artigos que apresentaram objetividade, relevância e afinidade com o tema em estudo, excluindo, portanto, os artigos e documentos que não atendiam os critérios supracitados (Figura 1).

**Figura 1** - Fluxograma referente às descrições de busca e seleção dos estudos obtidos para realização do presente artigo de revisão.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 1** - Tabela resumo relacionado quanto ao título, autor e ano de publicação dos estudos selecionados para o “Corpus da pesquisa”.

Autor/Ano	Título
Rosa (2014)	Composição físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas Jataí e africanizada produzidos no município de Rio Bonito do Iguaçú- PR.
Chiapetti e Braghini (2013)	Comparação das características físico químicas do mel de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) e abelhas jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ).
Anacleto et al. (2009)	Composition of the honey of samples originated from Jataí bees- <i>Tetragonisca angustula</i> .
Aguiar et al. (2016)	Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão no Estado do Acre.
Lopes (2019)	Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha jataí ( <i>Tetragonisca angustula</i> ) proveniente de diferentes regiões do estado do paraná.
Grando (2018)	Caracterização físico-química e perfil sensorial de méis de abelhas nativas, sem ferrão, oriundas da região centro-sul do estado do paraná.
Gomes et al. (2015)	Caracterização físico-química dos méis no Brasil.
Sousa et al. (2013)	Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.
Medeiros et al. (2015)	Physicochemical attributes and quality of the <i>Melipona scutellaris</i> honey: comparison with Brazilian regulatory standards.
Alves et al. (2011)	Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro.
Freitas (2010)	Parâmetros físico-químicos do mel de abelha sem ferrão ( <i>Melipona subnitida</i> ) após tratamento térmico.
Stramm (2011)	Composição e qualidade de méis de abelha Jandaíra ( <i>Melipona subnitida</i> ), efeitos de estocagem e comparação com méis de <i>Apis mellifera</i> .
Silva (2011)	Avaliação dos parâmetros químicos e potencial antioxidante do mel de Jandaíra ( <i>Melipona subnitida</i> ).
Oliveira (2013)	Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de <i>Melipona fasciculata</i> , <i>M. flavolineata</i> (Apidae, Meliponini) e <i>Apis mellifera</i> (Apidae, Apini) da Amazônia.
Sousa et al (2013)	Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.
Silva (2011)	Avaliação dos parâmetros químicos e potencial antioxidantes do mel de Jandaíra ( <i>Melipona subnitida D.</i> ).
Roós et al. (2018)	Avaliação de parâmetros físico-químicos e da atividade antimicrobiana in-vitro de méis de Jataí ( <i>Melipona angustula</i> ) provenientes do Rio Grande do Sul.
Mecês, et al. (2013)	Atividade antimicrobiana de méis de cinco espécies de abelhas brasileira sem ferrão.
Batiston (2017)	Atividade antimicrobiana de diferentes méis de abelha sem ferrão.
Borsato et al. (2013)	Atividade antimicrobiana de méis produzidos por meliponíneos nativos do Paraná- Brasil
Bazoni et al. (2012)	Atividade antimicrobiana dos méis produzidos por <i>Apis mellifera</i> e abelhas sem ferrão nativas do Brasil.
Sousa (2014)	Perfil físico-químico, composição química e capacidade antioxidante de méis produzidos por abelhas sem ferrão.
Cruz et al (2020)	Determination of physicochemical characteristics and bioactive compounds in samples of pollen, geopropolis and honey from <i>Melipona Scutellaris</i> bee species.
Cartaxo (2012)	Fragmento bioguiado e caracterização química de compostos com atividade antimicrobiana de geoprópolis de Uruçú Nordestina: abelha indígena sem ferrão <i>Melipona scutellaris</i> .
Liberato et al. (2020)	Quantificação dos compostos bioativos, fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em mel de <i>Melipona subnitida</i> .
Da Silva et al. (2014)	Análises Químicas e Potencial Antioxidante do Mel de Angico Produzido pelas Abelhas Sem Ferrão Jandaíra.
Alves et al. (2008)	Efeitos da aplicação do mel de <i>Melipona subnitida</i> em feridas infectadas de ratos.
Alcântara et al. (2021)	Análise físico-química e biológica do mel de abelha <i>Melipona subnitida D.</i> e produção de hidromel com suco de tangerina.

Fonte: Autoria própria (2022).

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão presentes os dados avaliados quanto às localidades e às características físico-químicas e químicas dos méis de quatro espécies de abelhas nativas, sendo elas as espécies *Tetragonisca angustula*, *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e a *Melipona subnitida*. Dentre 28 estudos, foram coletados 13 estudos que abrangeram o tema abordado sendo eles distribuídos em 61,5% deles para *T. angustula*, 38,4% para *M. subnitida*, 30,7% para *M. scutellaris* e 23,1% para *M. quadrifasciata*. Em relação à localidade dos estudos avaliados, observou-se diversidade tanto vegetativa quanto climática devido às diferentes regiões do Brasil onde os méis foram produzidos.

**Tabela 2** - Características físico-químicas e químicas de méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão.

Espécie	Características físico-químicas	Características químicas	Local	Referência
<i>Tetragonisca angustula</i>	pH: 4,74 Acidez total: 39,64 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis: 3,65 %	Açúcares redutores: 59,07% Sacarose aparente: 3,59% Umidade: 27,05% Cinzas: 0,67% HMF: 0,40 mg.kg <sup>-1</sup>	Paraná-BR	ROSA (2014)
	pH: 4,38 Acidez total: 25,60 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos Insolúveis: 0,30%	Açúcares redutores: 60,54% Sacarose aparente: 2,95% Umidade: 25,16% Cinzas: 0,15% HMF: 0,53 mg.kg <sup>-1</sup>	Paraná-BR	CHIAPETTI e BRAGHINI (2013)
	Sólidos insolúveis: 2,86%		Rio Grande do Norte-BR	ALVES (2011)
	pH: 4,10 Acidez total: 45,23 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 55,46% Sacarose aparente: 0,95% Umidade: 23% Cinzas: 0,30% HMF: 9,39 mg.kg <sup>-1</sup>	São Paulo-BR	ANACLETO et. al. (2009)
	pH: 4,13 Acidez total: 67,49 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 77,30% Umidade: 21,20% Cinzas: 0,48% HMF: 0,37 mg.kg <sup>-1</sup>	Acre-BR	AGUIAR et al. (2016)
	pH: 3,87 Acidez total: 68,99 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis: 4,54%	Açúcares redutores: 64,59% Umidade: 25,74% Cinzas: 0,27%	Paraná-BR	LOPES (2019)
	pH: 3,69 Acidez total: 60,75 mEq.kg <sup>-1</sup>	Umidade: 21,82% HMF: 19,75 mg.kg <sup>-1</sup>	Paraná-BR	GRANDO (2018)
	pH: 4,20 Acidez total: 69,06 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis: 2,86 %	Açúcares redutores: 53% Umidade: 25% Cinzas: 0,36% HMF: 55,63 mg.kg <sup>-1</sup>	Goiás-BR	GOMES et al. (2015)

<b><i>Melipona scutellaris</i></b>	pH: 4,10 Acidez total: 86,20 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 49,81% Sacarose aparente: 5,4% Umidade: 35,4% Cinzas: 0,10%	Rio Grande do Norte-BR	SOUSA et al. (2013)
	pH: 3,85 Acidez total: 41,60 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos Insolúveis: 0,06%	Umidade: 18,06% Cinzas: 0,10% HMF: 23,92 mg.kg <sup>-1</sup>	Rio Grande do Norte-BR	MEDEIROS et al. (2015)
	pH: 3,25 Acidez total: 26,93 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis:0,05%	Açúcares redutores: 51,23% Sacarose aparente: 3,51% Umidade: 23% Cinzas: 0,03% HMF: 38,08 mg.kg <sup>-1</sup>	Rio Grande do Norte-BR	ALVES et al. (2011)
	pH: 4,66 Acidez total: 28,33 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis: 0,01%	Umidade: 25,26% Cinzas: 0,17% HMF: 18,92 mg.kg <sup>-1</sup>	Goiás-BR	GOMES et al. (2015)
<b><i>Melipona quadrifasciata Lep.</i></b>	pH: 3,8 Acidez total: 33,50 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 52,80% Sacarose aparente: 6,62% Umidade: 28,12% Cinzas: 0,58%	Rio Grande do Norte- BR	SOUSA et al. (2013)
	pH: 3,20 Acidez total: 116,50 mEq.kg <sup>-1</sup>	Umidade: 32,43% HMF: 15,34 mg.kg <sup>-1</sup>	Paraná-BR	GRANDO (2018)
	pH: 3,27 Acidez total: 43,48 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 74,82% Umidade: 28,78% HMF: 5,79 mg.kg <sup>-1</sup>	Goiás-BR	GOMES et al. (2015)
<b><i>Melipona subnitida D.</i></b>	pH: 4,40 Acidez total: 38,10 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 52,60% Sacarose aparente: 3,70% Umidade: 31,12% Cinzas: 0,28%	Rio Grande do Norte-BR	SOUSA et al. (2013)
	pH: 3,6 Acidez total: 40 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 72% Umidade: 25,17% HMF: 40 mg.kg <sup>-1</sup>	Rio Grande do Norte-BR	FREITAS (2010)
	Acidez total: 22,49 mEq.kg <sup>-1</sup>	Sacarose aparente: 4,86% Umidade: 24,80% Cinzas: 0,02% HMF: 7,56 mg.kg <sup>-1</sup>	São Paulo-BR	STRAMM (2011)
	pH: 3,67 Acidez total: 20,55 mEq.kg <sup>-1</sup> Sólidos insolúveis: 0,20%	Açúcares redutores: 61,17% Sacarose aparente: 0,78% Umidade: 27% Cinzas: 0,03% HMF: 8,64 mg.kg <sup>-1</sup>	Rio Grande do Norte-BR	ALVES et al. (2011)

	pH: 3,33 Acidez total: 41,57 mEq.kg <sup>-1</sup>	Açúcares redutores: 57,65% Umidade: 23,1% Cinzas: 0,06% HMF: 13,6 mg.kg <sup>-1</sup>	Paraíba-BR	SILVA (2011)
<b>Parâmetros</b>	Umidade (%)	<i>Apis mellifera</i> (BRASIL, 2000)	<i>Apis mellifera</i> (CODEX, 2001)	<i>Meliponíneos</i> (ADAB, 2014)
	Açúcares redutores (%)	Máximo 20	Máximo 20	Máximo 20
	Sacarose aparente (%)	Mínimo 65	Máximo 60	Mínimo 60
	Sólidos insolúveis (%)	Máximo 6	Máximo 5	Máximo 6
	Minerais (%)	Máximo 0,1	Máximo 0,1	Máximo 0,1
	Acidez total (mEq.kg <sup>-1</sup> )	Máximo 0,6	*	Máximo 0,6
	Hidroximetilfurfural (mg.kg <sup>-1</sup> )	Máximo 50	Máximo 50	Máximo 50
		Máximo 60	Máximo 40	Máximo 10

\*Limite máximo não encontrado. HMF: Hidroximetilfurfural. Fonte: Brasil, 2000; Codex Alimentarius, 2001; ADB n° 207, 2014; Adaptado pela autora (2022).

É observado na Tabela 2 a variação dos parâmetros entre os diferentes gêneros e espécies de abelhas sem ferrão, bem como os das mesmas espécies, porém em amostras diferentes. É notório, portanto, que padrões estabelecidos por legislações, autores ou órgãos não abrangeriam e incluiriam com exclusividade os méis de abelhas sem ferrão com um valor mínimo ou máximo, devido à inúmeros fatores que diferenciam e dão unicidade a composição do mel de cada espécie de abelhas sem ferrão, como a região, a florada, o clima, o solo, o tempo de maturação do mel, da colheita e entre outros fatores.

Na Tabela 3, por sua vez, refere-se à presença de compostos bioativos de diferentes espécies de meliponíneos. Embora ocorra um aumento na busca das características físico-químicas dos méis de meliponíneos, ainda se encontra em estado de carência os estudos sobre os compostos bioativos presentes no mel das abelhas nativas (Lopes, 2019).

**Tabela 3** - Tabela de compostos bioativos de méis das diferentes espécies de meliponíneos.

Espécie	Compostos bioativos	Local	Referência
<i>M. fasciculata</i>	Ácido gálico: 1,61 mgGAE/g Quercetina 0,24 mgGAE/g Ácido vanílico: 0,12 mgGAE/g	Tracuateua-PA	OLIVEIRA (2013)
<i>M. subnitida</i>	Vitamina C: 36,1 mg/100g	Rio Grande do Norte-BR	SOUSA et al. (2013)
	Fenólicos totais: 1,3 mgGAE/g β-caroteno: 54,6 mg/mL	Paraíba-BR	SILVA (2011)
<i>M. scutellaris</i>	Vitamina C: 11,0 mg/100g	Rio Grande do Norte- BR	SOUSA et al. (2013)
<i>M. quadrifasciata</i>	Vitamina C: 11,0 mg/100g	Rio Grande do Norte-BR	SOUSA et al. (2013)

Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme a tabela anterior (Tabela 3), é possível observar o menor número de estudos coletados referentes aos componentes bioativos presentes nos méis de abelha sem ferrão, expondo assim uma carência de trabalhos e a necessidade de maiores pesquisas publicadas. Vale destacar que a variação de concentração dos parâmetros físico-químicos e químicos dos méis, variam e diferenciam a composição e a concentração dos compostos bioativos presentes nestes méis.

Na Tabela 4, encontram-se dados qualitativos sobre as alegações funcionais dos méis das quatro espécies de abelhas nativas. Foram encontradas ações antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, cicatrizante e antibacteriana em diferentes estudos, que somaram um total de 12 artigos científicos, distribuídos em 6 dos estudos (50%) voltados para a espécie *T. angustula*, 4 (33,3%) para a espécie *M. subnitida*, 3 (25%) para a espécie *M. quadrifasciata* e 2 (16,6%) para a espécie *M. scutellaris*. Já as atividades funcionais foram distribuídas em 45% dos estudos referentes às ações relacionadas à atividade antimicrobiana, que majoritariamente referem-se à espécie *T. angustula* (com 5 estudos), seguida pela espécie *M. quadrifasciata* (com 3 estudos); 30% referentes às ações relacionadas à atividade antioxidante, estando estes estudos, na sua maioria, voltadas para a espécie *T. angustula*; 15% voltados para a atividade antifúngica, especialmente para as espécies *T. angustula* e *M. quadrifasciata*; 5% para a atividade antibacteriana e os 5% restantes voltados para a atividade cicatrizante, sendo essas duas últimas ações encontradas nos estudos da espécie *M. subnitida*.

**Tabela 4** - Tabela de alegações funcionais dos méis de abelhas sem ferrão estudados no Brasil.

Espécie	Ação	Local	Referência
<i>T. angustula</i>	Atividade antioxidante Atividade antimicrobiana	Rio Grande do Sul-BR	ROÓS et al. (2018)
	Atividade antimicrobiana	Bahia-BR	MECÊS et al. (2013)
	Atividade antimicrobiana	Santa Catarina-BR	BATISTON (2017)
	Atividade antimicrobiana Atividade antifúngica	Curitiba-BR	BORSATO et al. (2013)
	Atividade antimicrobiana Atividade antifúngica	São Paulo-BR	BAZONI et al. (2012)
	Atividade antioxidante	Rio de Janeiro-BR	SOUSA (2014)
<i>M. scutellaris</i>	Atividade antioxidante	Bahia-BR	CRUZ et al. (2020)
	Atividade antimicrobiana	Minas Gerais-BR	CARTAXO (2012)
<i>M. quadrifasciata</i>	Atividade antimicrobiana	Bahia-BR	MECÊS et al. (2013)
	Atividade antimicrobiana	Santa Catarina-BR	BATISTON (2017)
	Atividade antimicrobiana Atividade antifúngica	Curitiba-BR	BORSATO et al. (2013)
<i>M. subnitida</i>	Atividade antioxidante	Ceará-BR	LIBERATO et al. (2020)
	Atividade antioxidante	Pernambuco-BR	DA SILVA et al. (2014)
	Atividade cicatrizante	Rio Grande do Norte-BR	ALVES et al. (2008)
	Atividade antioxidante Atividade antibacteriana	Ceará-BR	ALCÂNTARA et al. (2021)

Fonte: Autoria própria (2022).

A tabela acima descreve a respeito das alegações funcionais associadas aos méis de abelha sem ferrão. Assim como a Tabela 3, a Tabela 4 apresenta uma pequena quantidade de trabalhos publicados que abordam sobre as características funcionais dos méis de abelha sem ferrão, devido à grande funcionalidade e versatilidade do mel, principalmente para a saúde, se faz necessário uma maior abrangência nas pesquisas a respeito do tema.

O mel é definido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) como um alimento produzido por abelhas melíferas a partir da transformação de néctar floral ou secreções provindas de plantas. Sua composição depende das fontes do néctar, da fisiologia e sensoriais da espécie da abelha produtora, além das condições climáticas, das práticas de manejo e manipulação no processamento, interferindo, portanto, nas propriedades físico químicas e da qualidade do produto final (Estevinho et al, 2016; Araújo et al., 2017).

É encontrado em consistência líquida, sendo viscoso, aromático e doce obtido à base do néctar (Silva et al., 2020) no qual depois de coletado é transmutado, associado e maturado nas colmeias (Machado et al., 2020). Apesar da abelha africana, *Apis mellifera*, ser considerada como a principal espécie produtora de mel utilizado para consumo, as abelhas das tribos *Meliponini* e *Trigonini* também produzem, em menor quantidade (Alves et al., 2005), porém com maior valor de mercado (Grando, 2018).

A quantidade e qualidade desses méis dependem de diferentes fatores como a fonte vegetal, o clima e o solo da região, o tempo na época da colheita, as espécies sem ferrão produtora, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel (EMBRAPA, 2007), entre outros fatores associados direta ou indiretamente. A associação desses diferentes fatores difere os méis das abelhas nativas das abelhas africanas, dando características peculiares com propriedades terapêuticas, antimicrobianas e anti-inflamatórias (Grando, 2018).

O mel possui em sua composição cerca de duzentas substâncias, sendo constituído principalmente por açúcares, em maior parte de frutose e glicose, além de água, proteínas e outros compostos como enzimas, minerais, ácidos orgânicos, fenólicos e carotenoides (Venturim et al., 2007; Batiston, 2017). Além da sua importância nutricional, o mel possui relevância terapêutica, sendo utilizado na medicina popular e também na cosmetologia com função antimicrobiana, antifúngica, antiparasitária e anti-inflamatória. (Borsato et al., 2013; Medeiros et al., 2016; Menezes et al., 2018).

A Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000), baseia-se na legislação europeia contemplando apenas os parâmetros físico-químicos do mel da *Apis mellifera*, não atendendo, portanto, o mel das abelhas sem ferrão, que se diferem principalmente quanto ao teor de umidade, que conseqüentemente torna o mel menos denso que o mel das abelhas africanizadas (Carvalho, 2005). Além dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira, a ADAB definiu padrões no Regulamento técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas sem Ferrão (ADAB, 2014) apenas para o gênero *Melipona*. Outras fontes encontram-se presentes na Tabela 1, como a da Codex Alimentarius (2001), que adota um padrão internacional e uniforme dos critérios de qualidade do mel das abelhas *Apis mellifera*.

Conforme Koser et al. (2020), atualmente existem divergências na literatura sobre a legislação da prática de meliponicultura no Brasil, devido às leis restritivas e pouco específicas ao grande número de meliponíneos. A comercialização de produtos derivados das abelhas sem ferrão é dificultada por não haver parâmetros de qualidade adequados para o mel, bem como para a própolis de abelhas nativas, devido às características exclusivas e divergentes dos produtos de *Apis mellifera*, para cada grupo e espécie de meliponíneo, sendo eles sempre únicos. Koser et al. (2020), ainda traz que a própria variabilidade de características que as abelhas nativas exibem, mesmo sendo criadas no mesmo local, é indicativo de que a legislação deve estabelecer parâmetros para cada uma das espécies.

Os diversos biomas brasileiros e a biodiversidade distintas de cada uma delas criam características regionais, inclusive na caracterização do mel, o que dificulta a abordagem nas leis federais (Koser et at., 2020). Esse ponto traz a necessidade de uma criação de legislação que visa as particularidades das diferentes espécies sociais nativas, tanto da genética, da nutrição, da

regionalização, como da biologia das diversas espécies de meliponíneos, garantindo assim contemplar a diversidade de características de seus respectivos méis, atendendo os critérios higiênicos-sanitários e federais, de atributos físico-químicos para a comercialização e consumo dos produtos gerados pelas abelhas nativas.

### 3.1 Caracterização Físico-Química

#### 3.1.1 Acidez total e pH

A acidez total e o pH das diferentes espécies variaram entre 20,55 a 116,5 (mEq.Kg<sup>-1</sup>) e 3,2 a 4,74, respectivamente. Os méis com maior acidez foram das abelhas das espécies *M. quadrifasciata* e *T. angustula*, sendo alguns valores superiores ao limite máximo de 50 mEq.Kg<sup>-1</sup>, preconizado pela ADAB no controle de qualidade do mel (ADAB, 2014). Entretanto, os valores das demais espécies obtiveram resultados que se inserem no intervalo de valores de 3,54 a 6,50 para a variável pH e 17 a 166 mEq.Kg<sup>-1</sup> para a acidez total, conforme a Tabela 2 (Souza, et al., 2006; Anacleto et al., 2009; Sousa et al., 2013).

Um dos diferenciais dos méis dos meliponíneos é a acidez, a qual é proveniente da variação dos ácidos orgânicos resultante da ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose, o qual origina o ácido glicônico (Chiapetti & Braghini, 2013; Rosa 2014). Além do ácido glicônico, são identificados no mel outros ácidos como descrito por Pereira (2008), como os ácidos pirúvico, málico, cítrico, succínico e fumárico. Esses participam da caracterização do sabor do mel, tendo um efeito no sabor e na estabilidade do produto frente à ação de microrganismos (Mendes et al., 2009; Rosa, 2014).

Por sua vez, o pH é influenciado pelo pH do néctar, do solo ou associação de outros vegetais na composição do produto, além de substâncias mandibulares das abelhas que, ao fazerem o transporte do mel até a colmeia, misturam-se ao néctar alterando o valor desse parâmetro (Grando, 2018; Fernandes, 2020). No estudo de Rosa (2014) foi observado que o mel da espécie *Tetragonisca angustula* possui maior atividade de água, o que pode aumentar a atividade da enzima glicose-oxidase ocorrendo uma maior produção do ácido glicônico, conseqüentemente, diminuindo o pH, tornando a acidez livre alta. Porém, o pH não está relacionado diretamente com a acidez livre devido à ação tampão dos ácidos e minerais presentes no mel (Pereira, 2008). Características físico-químicas de méis advém de vários fatores, mas dependem principalmente dos componentes do néctar de cada espécie vegetal produtora que as abelhas se alimentam, o qual confere características específicas para cada produto. Portanto, cada mel terá características únicas e exóticas (Mendes et al., 2009).

#### 3.1.2 Sólidos insolúveis

Para os sólidos insolúveis os valores variaram de 0,01% a 4,54%. Rosa (2014) encontrou o valor de 3,65% para o mel da abelha *Tetragonisca angustula*; Chapetti e Braghini (2013) e Lopes (2018) obtiveram valores de 0,30% e 4,54%, respectivamente, para a mesma espécie. Para a espécie *Melipona scutellaris*; Medeiros et al. (2015), Alves et al. (2011) e Gomes (2015) encontraram percentuais de 0,06%, 0,05% e 0,01%, respectivamente. Alves et al. (2011) encontraram 0,2% para os sólidos insolúveis dos méis das abelhas *Melipona subnitida*. Não constaram nos estudos analisados valores referentes aos sólidos insolúveis para abelhas sem ferrão da espécie *Melipona quadrifasciata*.

Os sólidos insolúveis são indicadores de pureza e a sua análise fornece informações sobre o controle higiênico do mel, uma vez que detecta impurezas referentes aos resíduos como os vegetais, partes do corpo da abelha e partículas de solo, que podem estar relacionados à sua colheita e processamento (Anacleto et al., 2009).

#### 3.1.3 Teores de açúcares

Os valores encontrados para os açúcares redutores apresentaram uma variação de 49,81% a 77,30% (Tabela 2). Rosa (2014) encontrou o valor de 59,07% para o mel da abelha *Tetragonisca angustula*, Aguiar et al. (2016) e Lopes (2018) obtiveram valores de 77,30% e 64,59%, respectivamente, para a mesma espécie. Para a espécie *Melipona scutellaris*, Sousa et

al. (2013) encontraram percentuais como 49,81% e Alves et al. (2011) 51,23%. Sousa et al. (2013) e Gomes (2015) encontraram 52,80% e 74,82% para os açúcares redutores dos méis das abelhas *Melipona quadrifasciata*. Os valores encontrados referentes à espécie *Melipona subnitida*, foram de 52,60%, 57,65%, 61,17% e 72%, e por Sousa, et al. (2013), Silva (2011), Alves et al (2011) e Freitas et al. (2010), em respectiva ordem.

Para a sacarose aparente, foram encontrados valores variando entre 0,78% e 6,62%, presentes nas amostras (Tabela 2). Anacleto et al. (2007), Chiapetti e Braghini (2013) e Rosa (2014) obtiveram valores de 0,95%, 2,95% e 3,59%, respectivamente para a espécie *T. angustula*. Alves et al. (2011) e Sousa et al. (2013) encontraram 3,51% e 5,4% nas amostras de méis da espécie *M. scutellaris*. Sousa et al. (2013), obtiveram para a espécie *M. quadrifasciata* o percentual de 6,62%. e de 3,70% para a espécie *M. subnitida*. Já Stramm (2011) e Alves, et al. (2011) encontraram para a *M. subnitida*, valores de 4,86% e 0,78% de sacarose aparente.

Na composição do mel, o açúcar representa majoritariamente os componentes, com cerca de 65 a 85% da composição. Os açúcares são carboidratos indicativos da qualidade do mel, influenciando na viscosidade, higroscopicidade, valor energético e atividade antibacteriana (Kuroishi et al., 2012; Almeida et al., 2013; Sant'ana, 2017). Dentre os principais açúcares, a frutose é predominante, seguida pela glicose, os quais possuem a capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina (Carvalho et al., 2005), sendo representado por cerca de 65 a 75% da composição. Além dos monossacarídeos citados, conhecidos como açúcares redutores, os dissacarídeos também fazem parte dos componentes, podendo representar de 10 a 15%, sendo eles a sacarose, a isomaltose e a maltose. A porcentagem restante é composta de outros açúcares em quantidades menores (Kamal, 2011), como os trissacarídeos e tetrassacarídeos (Pereira, 2008). Tanto a composição quanto a proporção de açúcar nos méis dependem da origem botânica, condições climáticas, armazenamento e da origem geográfica (Escuredo et al., 2014).

### 3.1.4 Umidade

Para a umidade, os estudos analisados apresentaram valores variando entre 18,06% e 53,29%. Rosa (2014), encontrou 27,05% para a espécie *Tetragonisca angustula*. Outros autores obtiveram diferentes valores para essa espécie, como Aguiar et al. (2016) que relataram 21,20%, Anacleto et al. (2007) encontraram 23%, Chiapetti e Braghini (2013), 25,16% e Lopes (2018) obtiveram 25,74%. Para a espécie *Melipona scutellaris*, Sousa et al. (2013) encontraram os valores de 35,4%. Além de 18,06% por Medeiros et al. (2015), 23% por Alves, et al. (2011) e 25,26% por Gomes (2015). Grando (2018) e Gomes (2015) obtiveram respectivamente 32,4 e 28,78% como valores de umidade para a espécie *Melipona quadrifasciata*. Para a espécie *Melipona subnitida*, Sousa, et al. (2013) encontraram o valor de 31,1%. Outros autores também observaram dados para essa espécie, como Silva (2011) com 23,1%, Stramm (2011) 24,80%, Freitas, et al. (2010) 25,17% e Alves, et al. (2011) com 27% para umidade.

A água é o segundo componente em maior proporção nos méis, variando entre 25 a 35% da composição. A umidade influencia na sua viscosidade, no seu peso específico, na sua maturidade, na sua cristalização e no seu sabor. O teor de umidade elevado torna o mel menos denso que o mel de abelhas africanizadas, um dos maiores parâmetros de diferença entre as diferentes tribos (Bezerra, 2002). Além da densidade, o maior teor de umidade leva o mel a fermentação durante o seu armazenamento (Escuredo et al., 2013).

### 3.1.5 Cinza

Em conformidade com a Tabela 2, nota-se valores variando de 0,02% a 4,9%. Para o mel da espécie *Tetragonisca angustula*, foram encontrados 0,15 a 0,67% de minerais. Para a espécie *Melipona scutellaris*, observou-se variação de 0,03 a 0,17%, sendo o maior valor encontrado por Gomes, et al. (2015). Sousa et al. (2013) apresenta para a espécie *M. quadrifasciata*, 0,58% de teor mineral.

As cinzas representam os valores de minerais existentes no mel usada como um indicativo de pureza que expressa a riqueza do mel em minerais. Os minerais presentes no mel podem ser alterados por influência da espécie de abelha, das espécies botânicas, das condições clima/solo da região e da ação do meliponicultor durante o processamento do mel. Por meio da análise de cinzas é possível identificar falhas no processamento como a falta de higiene, e a eliminação das etapas de decantação e filtração do mel (Venturini et al., 2007; Grando, 2018).

A composição mineral do mel correlaciona-se com a sua coloração; méis escuros contém teores mais elevados de minerais do que os méis claros (Harue Ito, 2012). González-Miret et al. (2005) relataram que os méis escuros tendem a apresentar maiores concentrações de cádmio, chumbo e ferro, enquanto que os méis claros apresentam maiores teores de alumínio e magnésio.

Silva (2013) aponta que os méis possuem uma variedade de micronutrientes, que compõem de 0,02 a 1,0% (Lachman et al., 2010), sendo o mais expressivo o potássio, seguido por outros minerais, como o cálcio, o magnésio, sódio, ferro, manganês, cromo, zinco, cádmio, níquel, fósforo e nitrogênio (Silva et al., 2006; Bogdanov et al., 2007).

### 3.1.6 Hidroximetilfurfural (HMF)

Em relação ao teor de HMF, foram encontrados níveis de 0,40 a 55,63 mg.kg<sup>-1</sup> sendo 0,40 mg.kg<sup>-1</sup> para espécie *T. angustula*, apresentado por Rosa (2014) e 55,63 mg.kg<sup>-1</sup> por Gomes, et al. (2015). Além de 23,92 mg.kg<sup>-1</sup> para a espécie *M. scutellaris*, segundo Medeiros, et al. (2015) e 38,08 mg.kg<sup>-1</sup> por Alves, et al. (2011). Gomes (2015) registrou 15,34 mg.kg<sup>-1</sup> para a espécie *M. quadrifasciata* e Freitas et al. (2010) obtiveram para HMF, 40 mg.kg<sup>-1</sup> no mel da espécie *M. subnitida*.

O hidroximetilfurfural (HMF) é um elemento naturalmente encontrado no mel, usado como parâmetro para analisar o frescor e a sua idade (Sodré et al., 2011; Nascimento et al., 2015), sendo detectado em baixas concentrações quando as amostras são recém-coletadas. Uma elevação do valor de HMF pode indicar uma possível falsificação por adição de xarope invertido (FOOD SAFETY BRASIL, 2015; Nascimento et al, 2015). O HMF é formado a partir da reação de Maillard (combinação de açúcares redutores com proteínas e/ou aminoácidos) ou pela desidratação da frutose e glicose no meio ácido (Tosi et al., 2002; Silva et al., 2016). Outras formas que influenciam na formação do HMF são o pH, as temperaturas baixas e a atividade de água (Tornuk, et al., 2013).

Além das características físico-químicas e químicas mencionadas anteriormente, outros elementos compõem o mel em proporções minoritárias, tais como: proteínas, enzimas, vitaminas, minerais, ácido carboxílicos (que contribuem com a acidez do mel, Moreira et. al., 2007), componentes aromáticos, compostos nitrogenados, compostos fenólicos (ácidos e flavonoides que contribuem para as propriedades antioxidantes e sensoriais, cor e aroma) (Moure et al., 2001), pigmentos (carotenoides), grãos de pólen, além de resíduos de cera de abelha. (BRASIL, 2000; Hosny et al., 2009; Khalil et al., 2012; Sant'ana, 2017).

### 3.2 Caracterização de Compostos Bioativos

Os compostos fenólicos são notados na atividade antioxidante dos méis de meliponíneos, como também nas atividades antiviral, antibacteriana e anti-inflamatória (Oliveira et al., 2012). São divididos em fenólicos (fenóis) e flavonoides, e são considerados os componentes bioativos mais importantes do mel (Sousa, 2015). De acordo com a Tabela 3, foram identificados a presença de compostos fenólicos como ácido gálico e ácido vanílico por Oliveira (2012), com a concentração equivalente à 1,61 mg GAE/g e 0,12 mg GAE/g, para a espécie *M. fasciculata* e fenólicos totais de 1,3 mg GAE/g por Silva (2011) para a espécie *M. subnitida*.

Os ácidos fenólicos são derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico, tendo sua atividade antioxidante relacionada com a posição do grupo hidroxila (Silva, et al., 2010). São identificados nos méis de meliponíneos os fenólicos como o ácido gálico, derivado do ácido hidroxibenzóico e presente em maior quantidade, seguidos pelos ácidos o-cumárico

(derivado do hidroxicinâmico) e vanílico, também proveniente do ácido hidroxibenzóico. Outros ácidos estão presentes, porém em menores proporções, como o protocatecuico e o singico, derivados do ácido hidroxibenzóico, bem como o p-cumárico, ferúlico e o caféico, provenientes do ácido hidroxicinâmico (Oliveira et al., 2012; Rojas & Buitrago, 2019).

Os flavonoides podem estar diferenciados em flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas (flavanóis), antocianinas e isoflavonas. O primeiro tipo, flavonóis, é composto principalmente por kaempferol e quercetina em maiores proporções, seguidos por outros em menores escalas, como galangina e rutina. O grupo das flavonas é composto por apigenina, crisina e luteonina. No grupo das flavanonas estão o eriodietiol e hesperitina. Das catequinas, encontra-se, principalmente a epicatequina. As antocianinas, por sua vez, compõem-se por cianinas, pelagomidina e peonodina. Por último, o grupo das isoflavonas, o qual estão presentes genisteína, gliciteína e daidzeína. (Hoffmann-Ribani et al., 2008; Rojas & Buitrago, 2019). Oliveira (2012) encontrou a presença da quercetina no mel da espécie *M. fasciculata*, concentrado em 0,24 mg GAE/g. Composto flavonoide esse que se encontra na classe flavonóis e característico como um dos mais abundantes na composição do mel.

Esses flavonoides presentes no mel destacam-se principalmente na função antioxidante, atuando ativamente a partir da sua ação quelante devido a presença do grupo hidroxila na sua composição (Sousa, 2015). Dentre os compostos citados acima, os mais abundantes no mel são a apigenina, a galangina, o kaempferol, a luteolina e a quercetina (Habib et al., 2014).

A cor do mel das abelhas sem ferrão varia do âmbar claro, quase transparente, até o âmbar escuro (Ferreira et al., 2009). A característica da coloração e de sua intensidade está diretamente relacionada aos pigmentos presentes no mel, como os carotenoides, os flavonoides e alguns minerais (Sousa, 2015; Habib et al., 2014). Outros fatores interferem na tonalidade, como armazenamento, índice de HMF e a temperatura (Ferreira et al. 2009).

Os carotenoides possuem uma série de funções e benefícios, sendo os principais papéis as ações antioxidante, antimicrobiano, bem como regulador de resposta do sistema imune (Uenojo, et al., 2007). Além das suas importâncias funcionais, apresenta uma atribuição na pigmentação do produto. Sua participação na resposta imunológica é através da atividade pró-vitamina A, ajudando a fortalecer o sistema imunológico e a diminuir riscos de doenças (Alvarez-Suarez, 2012; Mesquita, et al., 2017).

Esses compostos são divididos em dois grupos principais, os carotenos e as xantofilas. O primeiro grupo é caracterizado por apresentar uma cadeia hidrocarbônica linear ou ciclizada em um dos terminais da molécula. São exemplos de carotenos, o  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e o licopeno. O composto  $\beta$ -caroteno foi observado por Silva (2011) na amostra do mel da espécie *M. subnitida*, como apresentado na Tabela 3. Por sua vez, as xantofilas são da classe de carotenoides que contém o oxigênio derivados dos carotenos, possuindo normalmente o pigmento amarelado (Mesquita, et al. 2017). São caracterizados por conterem a luteína, a zeaxantina e astaxantina (Silva, et al., 2010).

Os teores de vitamina C oscilaram de 11,0 mg/100g para as espécies *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* a 36,1 mg/100g para a espécie *M. subnitida*. Não foram obtidos valores para a espécie *T. angustula*, dentro dos estudos selecionados. Para os demais compostos bioativos presentes na composição dos méis das abelhas nativas, foram encontrados poucos estudos que obtiveram resultados referentes à essa composição, como mostra na referida tabela.

A vitamina C é a predominante dentre os outros tipos de vitaminas presentes na composição do mel, que segundo Kesié et al. (2009), o teor dessa vitamina variou de 8,8 a 36,1 mg/100g nos méis de diferentes espécies das abelhas nativas. Além do ácido ascórbico, outras vitaminas estão presentes em menores quantidades como as do complexo B: riboflavina (Vitamina B2), a niacina (Vitamina B3), o ácido pantotênico (Vitamina B5) e a piridoxina (Vitamina B6) (Silva et al., 2006; Pereira, 2007), contribuindo, portanto, para as propriedades funcionais e sensoriais dos méis das abelhas sem ferrão.

### 3.3 Alegações Funcionais

#### 3.3.1 Ação antimicrobiana

Os méis são reconhecidos por terem propriedades medicinais e de estarem relacionados com o seu valor terapêutico (Venturini, et al., 2007; Libonatti, et al., 2014). Os méis das abelhas nativas, atualmente, vêm tendo destaque por terem sido identificados como uma alternativa aos antimicrobianos contra microrganismos resistentes à antibióticos, principalmente por serem um produto natural (Boorn, et al., 2010, Pimentel, et al., 2013; Campeau & Patel, 2014). Essa capacidade de atividade antimicrobiana é devido à presença de substâncias capazes de inibir o crescimento bacteriano apenas quando está livre de contaminação (Venturini, et al., 2007). Essa função é atribuída, principalmente, aos compostos fenólicos (Kuçuk, et al., 2007), porém, também compartilha dessa função certas enzimas, aminoácidos e peróxidos presentes no mel (Sousa, 2015).

Sua atividade antimicrobiana está associada aos teores de flavonoides (galangina, pinocembrina e a quercetina) e do ácido cafeico (Adams et al., 2008). Para Kirnpal-Kaur et al. (2011) e para Cushnie e Lamb (2005), os flavonoides pinocembrina e galangina, em associação com o ácido cafeico, possuem a capacidade de inibir enzimas bacterianas envolvidas na manutenção da membrana celular que causam a perda contínua de íons e o extravasamento do material celular. A quercetina interfere na permeabilidade da membrana citoplasmática, modificando o potencial elétrico e diminuindo a síntese de ATP (Adenosina trifosfato) (Kirnpal-Kaur et al., 2011).

Somando à ação desses compostos fenólicos, Rosa (2014) aponta a relação da atividade antimicrobiana tanto com os fatores físicos como a osmolaridade, como também os fatores químicos como concentração de peróxido de hidrogênio, pH, ácidos orgânicos e enzimas glicose-oxidase. Assim como Rosa, Maia et al. (2006) traz a ação antimicrobiana proveniente da elevada pressão osmótica, a baixa atividade de água, a acidez, a baixa concentração de proteínas, alto teor de açúcares e intensa viscosidade que limita a solubilidade do oxigênio.

Malavazzi et al. (2005), cita a relação da atividade antibacteriana e bacteriostática devido ao alto valor do gradiente osmolar, além de apresentar compostos que auxiliam no mecanismo de cicatrização, como o peróxido de hidrogênio.

#### 3.3.2 Ação antioxidante

A ação antioxidante foi encontrada nos méis das diferentes espécies de abelhas nativas. No entanto, nos estudos que avaliaram essa atividade se sobressai a espécie *Melipona subnitida*, provavelmente pela sua ampla distribuição geográfica, comumente observada em regiões tropicais e subtropicais, sendo elas, predominantes do território Latino-Americano, destacando-se as regiões Norte-Nordeste em virtude das biodiversidades.

O mel possui em sua composição uma série de componentes que combatem radicais livres no organismo. Alguns desses constituintes são substâncias antioxidantes que possuem a capacidade de proteger o organismo contra os efeitos nocivos promovidos pela ação dos radicais livres em macromoléculas e estruturas celulares, minimizando, retardando ou inibindo as reações oxidativas que ocorrem nos substratos (Barros, 2010).

Na atividade antioxidante, as substâncias químicas são divididas conforme o mecanismo de ação, podendo ser antioxidantes primários e secundários. Os antioxidantes primários, agem inibindo a ação dos radicais livres, convertendo-os em produtos estáveis pela doação de hidrogênio ou elétrons. A sua eficiência é devida a presença e posição do grupo hidroxila, são exemplos os compostos fenólicos polihidroxilados, ácido gálico, flavonoides e fenóis (Alvarez-Suarez et al, 2010; Silva, 2013; Souza, 2015). Os antioxidantes secundários, por sua vez, atuam retardando o início da auto-oxidação, inativando agentes pró-oxidantes. Agem de diferentes formas, como na formação de complexo de metais, sequestram o oxigênio livre, decompõem o hidroperóxido, absorvem a radiação ultravioleta, regeneram antioxidantes primários, entre outras formas. Um dos compostos secundários principais que faz parte dessa classe é o ácido cítrico (Silva, 2013).

Outros antioxidantes presentes no mel são as enzimas catalase e glicose oxidase, bem como substâncias não enzimáticas como ácidos orgânicos (provenientes da reação de Maillard), aminoácidos, proteínas, flavonoides (como apigenina, galangina, kaempferol, luteolina e quercetina), ácidos fenólicos, tocoferol, ácido ascórbico e carotenoides (Alvarez-Suarez et al., 2010; Souza, 2015).

### 3.3.3 Ação antifúngica

Borsato, et al. (2013) observaram a presença da atividade antifúngica nos méis das abelhas das espécies *M. quadrifasciata* e da *T. angustula*, como apresentado na Tabela 4. Bazoni, et al. (2012), por sua vez, identificaram a ação antifúngica somente para a espécie *T. angustula*.

O mel durante o seu período de armazenamento, permanece em contato com a própolis, rico em resinas de plantas, o que possibilita que os constituintes fotoquímicos sejam infundidos ao mel, conferindo-lhe propriedades antibacterianas, antifúngicas e antivirais (Temaru et al., 2007).

Segundo Massaro et al. (2014), há relatos na literatura que o ácido 3-fenil-lático possa exercer um controle no crescimento e seja capaz de impedir a proliferação de fungos. Ácido esse que foi isolado do extrato do mel da espécie *T. carbonaria*, e testada dentro de colônias com exposição fúngica. Foi observado, portanto, a contribuição para a produção de compostos antifúngicos para a manutenção e desenvolvimento dos favos e das abelhas.

### 3.3.4 Atividade cicatrizante

Conforme a Tabela 4, Alves et al. (2008) observaram a ação cicatrizante para o mel da abelha da espécie *M. subnitida*. Em seus estudos comprovaram que o uso tópico de mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas da pele de ratos estimulou a resposta imunológica, reduzindo significativamente a infecção por bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, bem como o tempo de cicatrização.

Maia et al. (2006) citam que a alta viscosidade do mel é capaz de formar barreira sob a lesão impedindo a entrada de oxigênio e de outros componentes, assim favorecendo o processo de cicatrização. Na mesma linha de raciocínio, Molan (2005) argumenta que a atividade cicatrizante é explicada pela promoção da regeneração dos tecidos através da estimulação da angiogênese, por consequência, o crescimento de fibroblastos, que proporcionam a reepitelização celular rápida.

Popularmente, ao mel ainda se atribuem outras propriedades como antianêmica, antiviral, antitrombótico, anti-inflamatório, anticarcinogênico, vasodilatador, emoliente, antiputrefante, digestiva, laxativa, diurética e utilizado nas aplicações em feridas da pele, infecções da garganta e queimaduras, atuando como barreira viscosa, impedindo a entrada de substâncias e a perda de fluidos para o meio externo (Visavadia, 2008; Silva, 2013; Cheynier, 2005; Nazck & Shahidi, 2004; Scooby Ratter et al., 2005). Apesar de todo o potencial que os méis das abelhas nativas apresentam, os dados sobre as propriedades funcionais ainda são limitados (Nishio et al., 2014; Bueno-Costa et al., 2016). Levando-se em consideração a diversidade de espécies botânicas e de abelhas sem ferrão existentes, muitos tipos de méis e suas devidas potencialidades ainda não foram investigados (Ballivián, 2008).

## 4. Considerações Finais

Com a presente revisão conclui-se que dentre as quatro espécies de abelhas sem ferrão avaliadas o mel da espécie *Tetragonisca angustula* foi o mais estudado, possivelmente em razão da sua grande diversidade geográfica e maior utilização no consumo alimentício, cosmético e terapêutico. Destaca-se também o potencial funcional do mel, provavelmente devido à presença de compostos bioativos com atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, anticarcinogênica, cicatrizante e imunomoduladora.

Além disso, os méis das abelhas sem ferrão são únicos e exclusivos em consequência da variação e diversidade da origem botânica, da espécie produtora, do clima e solo provenientes da região colhida, da quantidade de chuva recebida, do tempo de maturação do mel, entre outros fatores alterando assim a composição do produto. Diante deste trabalho, é notório a necessidade de uma legislação mais específica e exclusiva para cada grupo e espécie de meliponíneos, levando em consideração os diversos biomas e biodiversidade geográficos, visando as particularidades das espécies sociais nativas para que aconteça uma melhor comercialização e consumo dos méis, atendendo os critérios higiênico-sanitários e físico-químicos adequados para as diferentes espécies. Vale destacar a necessidade de mais estudos e pesquisas para um melhor conhecimento a respeito das atividades funcionais provenientes do mel e da importância das abelhas sem ferrão para a comunidade científica, o meio ambiente, a produção de alimentos e o planeta.

## Referências

- Agência De Defesa Agropecuária da Bahia [ABAD] (2014). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelhas sociais sem Ferrão, do gênero *Melipona*, nº 207 - 2014.
- Agência De Defesa Agropecuária da Bahia [ABAD] (2018). *Lei Ordinária nº 13.905 de 29 de janeiro de 2018*, Bahia-BA, Meliponicultura. [http://www.adab.ba.gov.br/arquivos/File/ASCOM2019/Publicacoes2019/08\\_01\\_18\\_Lei\\_ordinaria\\_13905\\_2018\\_Bahia\\_BA\\_meliponicultura.pdf](http://www.adab.ba.gov.br/arquivos/File/ASCOM2019/Publicacoes2019/08_01_18_Lei_ordinaria_13905_2018_Bahia_BA_meliponicultura.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, 651-659.
- 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.
- Alcântara, O. A., & Liberato, M. C. T. C. (2021). Análise físico-química e biológica do mel de abelha *Melipona subnitida* D. e produção de hidromel com suco de tangerina. Produção Acadêmica do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará, *Editora Poisson*, 1.
- 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- 1706.
- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A., & Hannan, M. A. (2014). Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18 (5), 618-625.
- 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- 9824.
- Alvarez, S. K. M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Daminiani, E., Astolf, P., Bompadre, S., & Battino, M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and Other Chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2490-2499.
- 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) 188-193.
- Alves-Mazzotti, A. J. A. (2002). "Revisão bibliográfica" em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: Bianchetti, L., Machado, A. M. N. (Org.). *A bússula do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações*. São Paulo: Cortez, p. 25-44
- Alves, R. M. O., Carvalho, C. A. L., Souza, B. A., Sobré, G. S., & Marchini, L. C. (2005). Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandaçaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Ciências Tecnológicas e Alimentação*. Campinas-SP, 25(4), 644-650.
- Alves, T. T. L., Meneses, A. R. V., Silva, J. N., Parente, G. D. L., & Neto, J. P. H. (2011). Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro, (*Dissertação de mestrado*), Mossoró-RN.
- Anacleto, D. A., Souza, B. A., Marchini, L. C., & Moreti, A. C. C. (2009). Composition of the honey of samples originated from Jataí bees- *Tetragonisca angustula*. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, 29 (3), 535-541.
- 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- 217.
- Associação A.B.E.L.H.A (2020). Abelhas sem ferrão. <https://abelha.org.br/abelhas-sem-ferrao/>.
- Aquino, I. S. (2006). Abelhas Nativas da Paraíba. João Pessoa: *Editora Universitária/ UFPB*, 1, p. 91.
- Ballivián, J. M. P. P. (2008). Abelhas nativas sem ferrão. São Leopoldo: *Oikos*, 128p.

- Barros, L. B. (2011). Perfil sensorial e de qualidade do mel de abelha (*apis mellifera*) produzido no estado do Rio de Janeiro. (Tese de Doutorado): Universidade Federal Fluminense, Brasil, p. 102.
- Barros, Z. M. P. (2011). Cascas de frutas tropicais como fonte de antioxidantes para enriquecimento de suco pronto. *Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos* – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Batiston, T. F. T. P. (2017). Atividade antimicrobiana de diferentes méis de abelha sem ferrão. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, SC, Brasil.
- Bazoni, M. O. (2012). Atividade antimicrobiana dos méis produzidos por *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão nativas do Brasil. (Dissertação de mestrado). São Paulo.
- Bezerra, J. A. (2002). A rainha do sertão. *Revista Globo Rural*. São Paulo, 17 (202), 62-69.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2007). Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: A review. *Apodologie*, 35, 4-17.
- Boorn, K. L., Khor, Y. Y., Sweetman, E., Tan, F., Heard, T. A., & Hammer, K. A. (2010). Antimicrobial activity of honey from the stingless bee *Trigona carbonaria* determined by agar diffusion, agar dilution, broth microdilution and time-kill methodology. *J Appl Microbiol*. 108, 1534–1543.
- 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.
- 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
- BRASIL (2013). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF.
- Bueno-Costa, F. M., Zambiazzi, R. C., Bohmer, B., Chaves, F. C., Silva, W. P., Zanusso, J. T., & Dutra, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys 60 from the state of rio grande do sul, brazil. *LWT - Food Science and Technology*. 65, 33-340.
- Campeau, M. E. M., & Patel, R. (2014). Antibiofilm Activity of Manuka Honey in Combination with Antibiotics. *International Journal of Bacteriology*. ID 795281, p.7.
- Campos, L. A. O. (2005). A criação de abelhas indígenas sem ferrão. Informe Técnico- Ano 12 – Número 67- *Conselho de Extensão – Universidade Federal de Viçosa*.
- Cartaxo, R. T. (2012). Fragmento bioguiado e caracterização química de compostos com atividade antimicrobiana de geoprópolis de Uruçu Nordeste: abelha indígena sem ferrão *Melipona scutellaris*. 5, 215-221.
- Carvalho, C. A. L. De, Souza, B. A., Sodré, G. 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).
- Cheyrier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 223-229.
- Chiapetti, E., & Braghini, F. (2013). Comparação das características físico químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*). *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*, Francisco Beltrão-PR.
- Codex Alimentarius Commission [CAC] (2021). Standard for Honey: Codex Stan 12- 1981 and 2001. *International Food Standards*. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>.
- 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) 21484-21496.
- Cushnie, T. P. T., & Lam, A. J (2005). Detection of galangin-induced cytoplasmic membrane damage in *Staphylococcus aureus* by measuring potassium loss. *Journal of Ethnopharmacology*, 101, 243-248.
- Da Silva, T. M. G., Da Silva, P. R., Camara, C. A., Da Silva, G. S., Dos Santos, F. A. R., & Silva, T. M. S. (2014). Análises Químicas e Potencial Antioxidante do Mel de Angico Produzido pelas Abelhas Sem Ferrão Jandaíra. *Revista Virtual de Química*, 6 (5), 1370-1379.
- De Jesus, D. O, Santos, D. R, Andrade, B. R., & Nascimento, A. S. (2020). Botanical origin, microbiological quality and physicochemical composition of the *Melipona scutellaris* pot-pollen (“samburá”) from Bahia (Brazil). *Journal of Apicultural Research*, 60 (3), 457-469.
- EMBRAPA (2007). Caracterização dos méis de Abelha Indígenas- *Embrapa*.
- 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), 41.268-41.275.
- Food Safety Brazil (2015). Hidroximetilfurfural: um indicador da qualidade e segurança do mel. Conteúdo para Segurança Alimentar: *Food Safety Brazil*.

- 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), 153-157.
- 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.
- Grando, R. C. (2018). Caracterização físico-química e perfil sensorial de méis de abelhas nativas, sem ferrão, oriundas da região centro-sul do estado do paraná. *Programa de mestrado em ciências e tecnologia de alimentos*, p. 1-98.
- Habib, H. M., Meqbali, F. T., Kamal, A. I. H. M., Souka, U. D., & Ibrahim, W. H. (2014). Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, 153, 35- 43.
- Hoffmann-Ribani, R., & Rodríguez-Amaya, D. B. (2008). Otimização de método para determinação de flavonóis e flavonas em frutas por cromatografia líquida de alta eficiência utilizando delineamento estatístico e análise de superfície de resposta. *Química Nova*, 31 (6), 1378-1384.
- 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.
- Hosny, I. M., Abdel el-ghani, S., & Nadir, A. S. (2009). Nutrient composition and microbiological quality of three unifloral honeys with emphasis on processing of honey probiotic youghurt. *Global Veterinaria*, 3 (2), 107-112.
- Kamal, M. A., & Klein, P. (2011). Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18, 17-21.
- Kesić, 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.
- Kimpal- Kaur, B. S., Tan, H. T., Boukraa, L., & Gans, S. H. (2011). Different solid phase extraction fractions of Tualang (*Koompassia excelsa*) honey demonstrated diverse antibacterial properties Against wound and enteric bacteria. *Journal of Api Product and Api Medical Science*, 3, 59-65.
- Koser, J. R., Barbiéri, C., & Franco, T. M. (2020). Legislação sobre meliponicultura no Brasil: demanda social e ambiental. *Sustainability in Debate-Brasília*, 11, (1), 179-194.
- Kucuk, M., et al. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100, 526-534.
- Kuroishi, A. M., Queiroz, M., Almeida, M. M., & Quast, L. (2012). Evaluation of honey crystallization from the colour and water activity parameters. *Brazilian Journal Food Technology*. Campinas, 15 (1), 84-91.
- Lachman, K., Orsak, M., Hejtmánková, A., & Kovárová, E. (2010). Evaluation of antioxidante activity and total phenolic of selected Czech honeys. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 52-28.
- 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, cap. 6, p. 50- 55.
- Libonatti, C., Soledad, V., & Marina, B. (2014). Antibacterial activity of honey: A review of honey around the world. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 6 (3), 51- 56.
- Lopes, A. E. (2019). Caracterização físico-química e atividade antioxidante do mel da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de diferentes regiões do estado do paraná. *(Dissertação de mestrado)*, p.1-63.
- 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).
- Macieira, O. J. D., & Proni, E. A. (2004). Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno. Londrina, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21, 1-4.
- Maia, A. G., Silva, A. R., Sousa, M. H. P., & Costa, C. M. L. (2006). Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alim. Nutri. Versão Online*, 17 (1), 113-120.
- Massaro, C. F, Shielley, D., Heard, T. A., & Brooks, P. (2014). In vitro antibacterial phenolic extrate from “sugarbag” pot-honeys of Australian stingless bees (*Tetragonula carbonária*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (50), 12209-12217.
- 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*, Natal, Rio Grande do Norte, 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*, Campina Grande, 5 (1), 89-99.
- Mendes, C. G., Silva, J. B. A., Mesquita, L. X., & Maracajá, P. B. (2009). As análises de mel: revisão. *Revista Caatinga, Universidade Federal Rural do Semi Árido* (UFERSA), Mossoró.
- Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. D. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem* [online]. 17 (4) 758-764.

- 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*.
- 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), 672-675.
- Mesquita, S. S., Teixeira, C. M. L. L., & Servulo, E. F. C. (2017). Carotenóides: propriedades, aplicações e mercado. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, 9 (2)
- Molan, P. C. (2005). The role of honey in the management of wounds. *J. Wound Care*, 8 (8), 415-218.
- Moreira, R. F. A., Maria, C. A., Pietroluongo, M., & Trugo, L. C. (2007). Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chemistry*, 104 (3), 1236-1241.
- Moreira, R. F. A., & De maria, C. A. B. (2001). Glicídios no mel. *Química Nova*, 24 (4), 516-525.
- Moure, A. (2001). Natural antioxidants form residual sources. *Food Chemistry*, 72 (2), 145-171.
- Nascimento, A. S., Marchini, L., Carvalho, C. A. L., & Araújo, D. (2015). Physical-chemical parameters of honey of stingless bee (Hymenoptera: Apidae). *American Chemical Science Journal*, 7 (3), 139-149.
- Nazck, M., & Shahidi, F. (2004). Extration and analysis of phenolics in food review. *Journal of Chromatography A.*, 1054, 95-111.
- Nishio, E. K., Krupiniski, M. T., Kobayashi, R. K. T., Proni, E. A., & Nakazato, G. (2014). Avaliação da Atividade Antibacteriana de Dois Méis de Abelhas Indígenas Sem Ferrão Contra Bactérias de Importância Alimentar. In: *Anais do 12º Congresso Latinoamericano de Microbiologia e Higiene de Alimentos – MICROAL*. 1 (1).
- Odila, E., & Pereira, L. (2007). Métodos físico, químico e bioquímico no controle de qualidade de méis de abelha sem ferrão produzido no nordeste paraense. (*Dissertação de Mestrado*) Instituto de Tecnologia- Ciência e Tecnologia de Alimentos.
- 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., Boga, 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. (2012). 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), 1728-1732.
- Pereira, A. P. P (2008). Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel. *Qualidade e Segurança Alimentar*; Bragança.
- Pereira, P. J. M. F (2007). Propriedades antibacterianas do mel. *Ciências da Nutrição e Alimentação*, Portugal.
- Pimentel, R. B. DE Q., Costa, C. A., Albuquerque, P. M., & Duvoisin Junior, S. (2013). Antimicrobial activity and rutin identification of honey produced by the stingless bee *Melipona compressipes manausensis* and commercial honey. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 151.
- 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 Jataí (*Tetragonisca angustula*) provenientes do Rio Grande do Sul. *Perspectiva, Erechim*, 42 (159), 97-107.
- Rosa, D. F. (2014). Comparação físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas jatai e africanizada produzidos no município de Rio Bonito do Iguçu-PR. *Engenharia de alimentos- Paraná*.
- Sant'ana, R. (2017). Caracterização físico-química e microbiológica dos méis de melipona subnitida e *melipona fasciculata* do estado do Piauí. *Ciência Rural*, 48 (5).
- Scoobrattee, M. A., Neergheen, V. S., Luximon-Ramma, A. & Aruoma, O. I., Bahorun, T. (2005). Phecolics as potencial antioxidante therapeutic agentes: Mechanism nad actions. *Mutation Resarch*, 579, 200-213.
- 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) 8632-8979
- Silva, I. A. A. (2013). Perfil de fenólicos e propriedades bioativas dos méis de abelha sem ferrão (*Melipona seminigra merrillae*) produzidos no estado do Amazonas. *Centro de Tecnologia*, João Pessoa.
- Silva, G. S. (2011). Avaliação dos parâmetros químicos e potencial antioxidantes do mel de Jandaíra (*Melipona subnitida* D.). *Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Química*, João Pessoa-PB.
- 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. C., Costa, R. S., Santana, A. S., & Koblitz, M. G. B. (2010). Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Ciências Agrárias*, Londrina, 31 (3), 669-682.
- Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., & Costa, A. C. O. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.

- Silva, P. S. M. (2014). The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 61 (4), 348-354.
- Silva, R. A., Maia, G. A., Sousa, P. H. M. S., & Costa, J. M. C. C. (2006). Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alimento e Nutrição*, Araraquara, 17 (1).
- Silva, W. P., & Paz, J. R. L. (2012). Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line* 10 (3), 146-152.
- Sodré, G. S., Marchini, L. C., Moreti, A. C. C., Otsuk, I. P., & Carvalho, C. A. L. (2011). Physico-chemical characteristics of honey produced by *Apis mellifera* in the Picos region, state of Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40 (8), 1837-1843.
- 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), 1765-1774.
- Sousa, J. P. L. M. (2014). Perfil físico-químico, composição química e capacidade antioxidante de méis produzidos por abelhas sem ferrão. v.7, p.123-143, Rio de Janeiro.
- 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), 303-308.
- Stramm, K. M. (2011). Composição e qualidade de méis de abelha Jandaíra (*Melipona subnitida*), efeitos de estocagem e comparação com méis de *Apis mellifera*. 2, 7-14.
- Temaru, E., Shimura, S., Amano, K., & Karasawa, T. (2007). Antibacterial activity of honey from stingless honeybees (Hymenoptera: Apidae; Meliponinae). *Polish Journal of Microbiology*, 56, 281-285.
- Terrab, A., Diez, M. J., & Heredia, F. J. (2002). Characterisation of moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, v.79, 373-379.
- 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, 124-131.
- Tosi, E. M., Ciappini, M. R. E., & Lucero, H. (2002). Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 77 (1), 71-74.
- Uenojo, M., Júnior, M. R., & Pastore, G. M. (2007). Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova*, São Paulo, 30 (3), 616-622.
- 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*.
- Venturim, S. K., Scarcinelli, M. F., & Silva, L. C. (2007). Características do Mel. *Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES*.
- Villas-Bôas, J. (2012). Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão- (1ª edição). *Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN)*, p.96.
- Villas-Bôas, J., & Malaspina, O. (2005). 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.
- Visavadia, B. G., Honeysett, J., & Danford M. H. (2008). Manuka honey dressing: na effective treatment for chronic wound infections. *British Journal of oral and maxillofacial surgery*, v. 46, p. 55-56.
- Zimmermann, A. M., & Kirsten, V. R. (2008). Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. *Disciplinarum scientia*, Santa Maria, 9 (1), 51-68.