

REVISÃO

<https://doi.org/10.22239/2317-269x.02199>

Mel de abelhas sem ferrão no Brasil: análise bibliométrica e revisão sistemática

Honey from stingless bees in Brazil: bibliometric analysis and systematic review

Elisana Julek^{I,*} 

Vitor Luis Fagundes^{II} 

Juliana Chiesse da Silva Zatta^{III} 

Suelen Ávila Berthier^{IV} 

Julia Arantes Galvão^I 

RESUMO

Introdução: O mel das abelhas sem ferrão (ASF) se distingue do mel das abelhas *Apis mellifera*, por características sensoriais singulares como sabor agridoce e viscosidade fluida, despertando o aumento do interesse do consumidor. Embora nos últimos anos o número de produções científicas relativas ao tema tenha aumentado, é necessário que os artigos publicados sejam passíveis de replicação. **Objetivo:** Sanar importantes lacunas quanto ao mel de ASF no Brasil considerando a estruturação e a possibilidade de replicação dos estudos disponíveis, bem como a observação das características físico-químicas e microbiológicas do produto em vias de fundamentar uma legislação nacional. **Método:** Os nove passos descritos na *Methodi Ordinatio* foram seguidos. A busca de artigos foi feita nas plataformas SciELO, *ScienceDirect*, Scopus e *Web of Science*, utilizando as palavras-chave: “mel de abelhas sem ferrão”, “meliponicultura”, “características físico-químicas” e “propriedades microbiológicas”. **Resultados:** O conteúdo de 18 artigos foi analisado. Com base neste levantamento bibliográfico, o mel de ASF brasileiro de pelo menos de 31 das espécies foi avaliado. Portanto, há um grande número de espécies a serem exploradas quanto às suas características físico-químicas, microbiológicas, bem como potencial antioxidante/microbiano de seus méis de muitas regiões brasileiras. Além disso, foram observadas variações muito grandes nas características físico-químicas dos produtos oriundos de diferentes espécies e regiões produtivas. **Conclusões:** A padronização de uma legislação nacional destinada ao mel de ASF só pode ser estabelecida a partir de estudos aprofundados, realizados com cada uma das espécies brasileiras, proporcionando mais segurança ao consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Inocuidade dos Alimentos; Composição de Alimentos; Qualidade

ABSTRACT

Introduction: The honey from stingless bees (SB) is distinguished from honey from *Apis mellifera* bees, by unique sensory attribute, characteristics such as sweet-sour flavor and fluid viscosity, arousing increased consumer interest. Nevertheless, in recent years the number of scientific productions related to the subject has increased, it is necessary that the published articles are replicable. **Objective:** To fill important gaps about SB honey in Brazil, considering the structuring and possibility of replication of available studies, as well as the observation of physicochemical and microbiological characteristics of the product in order to base a national legislation. **Method:** The nine steps described in *Methodi Ordinatio* were followed. The search for articles was made in SciELO, ScienceDirect, Scopus and Web of Science platforms, using the keywords: “honey from stingless bees”, “meliponiculture”, “physicochemical characteristics” and “microbiological properties”. The content of 18 articles was analyzed. **Results:** Based on this literature survey, Brazilian SB honey from less than 31 of the species was evaluated. Therefore, there is a large number of species to be explored for their physicochemical, microbiological characteristics as well as antioxidant/microbial potential of their honeys from many Brazilian regions. Besides, it was observed very large variations

^I Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil

^{II} Curso de Farmácia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil

^{III} Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança de Alimentos (LACQSA), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil

^{IV} Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil

* E-mail: elisana@ufpr.br

Recebido: 18 maio 2023

Aprovado: 11 out 2023

Como citar: Julek E, Fagundes VL, Zatta JCS, Berthier AS, Galvão JA. Mel de abelhas sem ferrão no Brasil: análise bibliométrica e revisão sistemática. *Vigil Sanit Debate*, Rio de Janeiro, 2024, v.12: e02199. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.02199>



in the physicochemical characteristics of the products coming from different species and productive regions. **Conclusions:** The standardization of a national legislation destined to the SB honey can only be established from deep studies, performed with each Brazilian species, providing more safety to the consumer.

KEYWORDS: Food Safety; Food Composition; Quality

INTRODUÇÃO

As abelhas nativas (tribo *Meliponini* e família *Apinae*), também conhecidas como abelhas sem ferrão (ASF) devido ao seu ferrão atrofiado, realizam voos curtos e são o maior grupo de abelhas eussociais do mundo^{1,2}. Estão presentes na América do Sul e Central, África, Sudoeste Asiático e Austrália. São mais de 600 espécies descritas, das quais o Brasil possui a maior diversidade, com mais de 300 espécies^{1,3,4,5}.

A meliponicultura por muito tempo foi exercida apenas por comunidades locais, como fonte de alimento e sustento. O processo de polinização dessas abelhas é fundamental para a manutenção da biodiversidade das florestas, sendo que no Brasil, mais de 90% das árvores dependem da polinização desses insetos. Ainda assim elas estão em processo de desaparecimento, como consequência da degradação ambiental^{6,7,8}.

O mel é um alimento natural produzido pela espécie *Apis mellifera* e pelas ASF a partir do néctar de flores. As suas propriedades físico-químicas podem variar conforme a espécie de abelha envolvida, região geográfica, fonte de produção disponível, condições de coleta e armazenamento. A produção de mel das ASF se dá em pequenos volumes quando comparada à *A. mellifera*, o que torna esse produto raro e com maior valor comercial^{9,10,2,11}. O mel das ASF distingue-se do mel das abelhas *A. mellifera*, por características sensoriais singulares como sabor agridoce e viscosidade fluida, despertando o aumento do interesse do consumidor. Além disso, possui qualidades nutricionais valiosas, com propriedades físico-químicas específicas, como maior teor de acidez e umidade, baixa proporção de açúcares e presença de compostos fenólicos^{12,13}.

As recomendações do *Codex Alimentarius*¹⁴ e os padrões de qualidade exigidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)¹⁵ abrangem somente o mel de *A. mellifera* e não contemplam o produto das ASF, tornando difícil a garantia da sua inocuidade^{16,11}. Contudo, alguns órgãos estaduais de inspeção de produtos de origem animal do Brasil^{17,18,19,20,21} possuem regulação própria do produto. Visto que o Brasil é um país com proporções continentais com diversas condições ambientais, ainda há uma lacuna de estudos aprofundados para melhor contextualização das características de composição e qualidade desse produto, para assegurar a rotulagem clara, completa e esclarecedora a fim de proporcionar informações assertivas aos consumidores^{22,23,24}.

Embora nos últimos anos o número de produções científicas relativas ao tema tenha aumentado, é necessário que os artigos publicados sejam passíveis de replicação²⁵. Muitos estudos são carentes de informações fundamentais que possibilitem essa ação²⁶. Nesse contexto, a metodologia *Methodi Ordinatio* é

resultado da demanda de classificar os artigos para uma revisão de literatura sistematizada formada por nove etapas. Os trabalhos obtidos são qualificados por três critérios: número de citações, fator de impacto e ano de publicação²⁵.

Assim, essa pesquisa tem como objetivos revisar as publicações científicas sobre o mel de ASF no Brasil, considerando a sua estruturação e possibilidade de replicação, bem como a observação quanto às características físico-químicas e microbiológicas do mel de ASF de diferentes espécies para auxiliar na fundamentação de uma legislação nacional destinada ao produto.

MÉTODO

Esse trabalho foi realizado seguindo o protocolo de nove passos descritos na *Methodi Ordinatio*²⁵. Primeiramente, o mel das ASF no Brasil foi estabelecido como tema a ser analisado, em seguida foram determinadas as palavras-chave “mel de abelhas sem ferrão”, “meliponicultura”, “características físico-químicas” e “propriedades microbiológicas”. No segundo passo, foi realizada a pesquisa com o uso dessas palavras-chave na plataforma Scopus. A definição das bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *ScienceDirect*, *Scopus* e *Web of Science* compõem a terceira etapa dessa pesquisa. Em seguida, o tempo de publicação, de julho de 2009 até julho de 2021, e as combinações de palavras pesquisadas foram estabelecidos.

A busca definitiva na quarta etapa foi feita em dois estágios. O primeiro estágio foi realizado utilizando as combinações de (“*stingless bee honey*” OR “*meliponiculture*” OR “*meliponines*”) AND (“*physicochemical characteristics*” OR “*physicochemical properties*” OR “*physicochemical analysis*”) AND (“*Brazil*” OR “*brazilian*”). O segundo estágio foi feito utilizando (“*stingless bee honey*” OR “*meliponiculture*” OR “*meliponines*”) AND (“*microbiological*” OR “*microbiological standard*” OR “*microbiological evaluation*” OR “*microbiological properties*”) AND (“*Brazil*” OR “*brazilian*”).

Os dados obtidos foram salvos em formato .RIS e, no quinto passo, foram importados para o gerenciador de referências Mendeley. Nesse momento, a exclusão das duplicatas e dos trabalhos com palavras-chave ou resumos inadequados ao tema pesquisado foi realizada na plataforma. A sexta etapa foi composta pelo *download* da lista de artigos do Mendeley para arquivo pessoal no computador e pela importação desses materiais para o aplicativo *JabRef*, possibilitando a exportação dos dados em *HTML table*.

A exportação dos dados do *JabRef* foi realizada por meio do comando *CTRL+V* em uma planilha em branco no programa



Excel. A seguir, foi feita a remoção dos dados de volume, página e linhas em branco e a inserção das colunas Fator de impacto (FI) e Número de citações (CI). A busca pelo primeiro ocorreu na base de dados da planilha A5, fornecida pelo Grupo Gestão de Transferência de Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por meio do *Journal Citation Reports (JCR)* de 2020, como primeira escolha, quando esse valor referente a algum artigo não foi encontrado, utilizou-se o *CiteScore 2020*. Enquanto para o segundo, foi utilizado somente o Google Acadêmico.

A ordenação dos artigos caracterizou a sétima etapa, na qual a equação *InOrdinatio* ($InOrdinatio = (Fi / 1000) + (\alpha * (10 - (AnoPesq - AnoPub))) + (Ci)$) foi utilizada para alcançar o índice de ordenação dos dados. Uma nova coluna foi inserida na planilha com o título *InOrdinatio*, a equação foi inserida em todas as linhas e a planilha foi ordenada pelos resultados obtidos. O α é uma métrica que vai de 1 a 10, definida pelo pesquisador de acordo com a importância da novidade do tema, ou seja, quanto

mais recente o tema, maior o α . Os artigos resultantes dessa metodologia foram localizados e baixados na fase oito e na nona etapa a leitura e análise sistemática foi realizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise bibliométrica

A busca definitiva dessa revisão resultou em 89 artigos. A primeira etapa de buscas resultou em 31 trabalhos na *ScienceDirect*, 13 na *Web of Science*, nove na *Scopus* e quatro na *SciELO*, totalizando 57 pesquisas. Na fase seguinte, *ScienceDirect* resultou em 19 trabalhos, *SciELO* cinco, *Scopus* e *Web of Science* em quatro trabalhos cada, finalizando em 32 artigos. Em seguida ocorreu a filtragem dos trabalhos, na qual 31 foram removidos por estarem em desacordo com o tema, 27 por serem duplicados, 12 por não serem artigos científicos e três por estarem fora do intervalo de tempo estabelecido. Portanto, ao final o conteúdo de 18 artigos foi analisado.

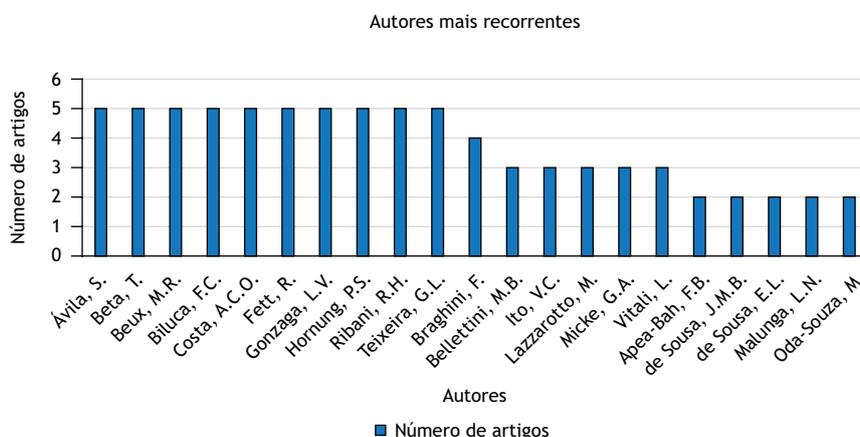
Os periódicos que mais retornaram trabalhos foram: *Food Chemistry* e *LWT - Food Science and Technology* (Quadro 1). Os autores que mais tiveram artigos publicados nessa avaliação foram: Ávila, S.; Beta, T.; Beux, M.R.; Biluca, F.C.; Costa, A.C.O.; Fett, R.; Gonzaga, L.V.; Hornung, P.S.; Ribani, R.H.; Teixeira, G.L. (Figura 1), que compõem dois grupos distintos de pesquisas da Região Sul do Brasil, de acordo com os dados de filiação dos artigos. As palavras-chave mais utilizadas foram “Mel” e “*Melipona*” com $n = 4$ cada, apontando uma tendência de pesquisas do mel do gênero *Melipona*, em concordância com o exposto por Dos Santos et al.⁵ que descreveram o Brasil como o país onde mais se pesquisa sobre o mel de abelhas nativas, principalmente sobre o gênero *Melipona*.

Os estados do Brasil com maior número de pesquisas foram: Santa Catarina^{6,27,3,12}, Paraíba^{16,9,28}, Rio Grande do Norte^{29,9,28}, Paraná^{29,30} e Rio Grande do Sul^{4,11} (Figura 2). O total de 15 estados e mais o Distrito Federal não tiveram nenhuma pesquisa selecionada por esse artigo. Ponto muito importante, visto que, para o estabelecimento de normas federais, são necessários estudos nas diversas condições climáticas do país, há ainda um grande

Quadro 1. Periódicos dos trabalhos selecionados.

Periódico	ISSN	Número de trabalhos
<i>Food Chemistry</i>	0308-8146	3
<i>LWT - Food Science and Technology</i>	1096-1127	3
<i>Food Research International</i>	0963-9969	2
<i>Journal of Food Composition and Analysis</i>	0889-1575	2
<i>Journal of Food Processing and Preservation</i>	1745-4549	2
<i>Acta agrônômica</i>	0120-2812	1
Anais da Academia Brasileira de Ciências	1678-2690	1
<i>Food Science and Technology</i>	1678-457X	1
<i>International Journal of Food Microbiology</i>	0168-1605	1
<i>International Journal of Food Science and Technology</i>	1365-2621	1
<i>Journal of food science and technology</i>	0022-1155	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Figura 1. Autores mais frequentes nos artigos selecionados.



espaço de biodiversidades ambientais a serem exploradas no Brasil. Quanto às coordenadas de georreferenciação, somente sete (39,00%) estudos^{29,8,3,11,4,10,32} descreveram essa informação.

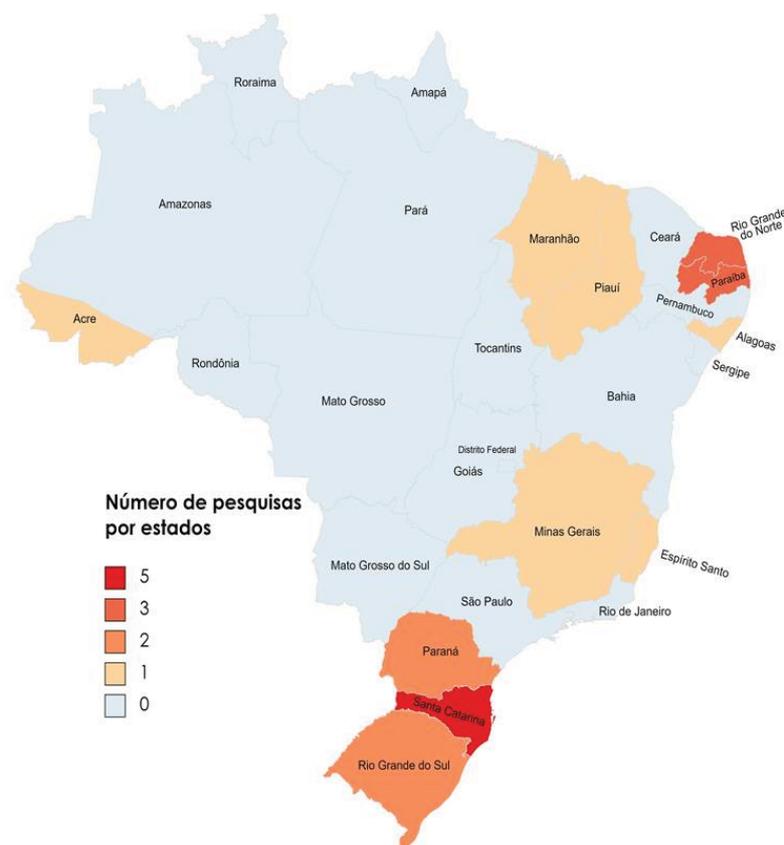
Em relação ao perímetro, se urbano ou rural, amostras rurais foram coletadas por Lage et al.³³, Damasceno Do Vale et al.³² e Echeverrigaray et al.⁴ e de áreas urbanas por de Almeida-Muradian et al.²⁹ e Braghini et al.³. Ambos os perímetros foram avaliadas por Duarte et al.⁸ e Marcolin et al.¹¹. Os outros 11 artigos (61,11%) não especificam essa informação, sendo que o georreferenciamento informado por Ribeiro et al.¹⁰, não foi localizado pelo *Google Maps*. Já De Sousa et al.⁹ e De Melo et al.²⁸ não especificaram as cidades onde as coletas foram realizadas.

O Brasil possui uma área de cerca de 8.515.767,0 km² e seis principais biomas, Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, distribuídos de forma não homogênea entre diversos estados^{34,35}. Portanto, a não descrição do georreferenciamento impossibilita a determinação assertiva do mel proveniente dos biomas brasileiros. Apesar do crescente aumento de pesquisas sobre as propriedades dos méis de ASF, ainda são escassos os estudos sobre esse produto em área urbana. Contudo, são relevantes, visto que a criação de ASF é facilitada por sua característica de ferrão atrofiado e se destaca como uma prática crescente, mas que ainda precisa de mais estudos^{36,37}.

Os anos com mais coletas de amostras foram 2014^{1,3,11,32} e 2015^{1,10,38,11} (Figura 3A), contudo, autores de três estudos não citaram esse dado^{29,6,27}. Os meses que tiveram o maior número de coletas foram janeiro^{10,30,31,3}, maio^{33,4} e março^{16,3,38} (Figura 3B). Porém, oito trabalhos não apresentaram essa informação^{1,6,8,9,12,27,28,29}.

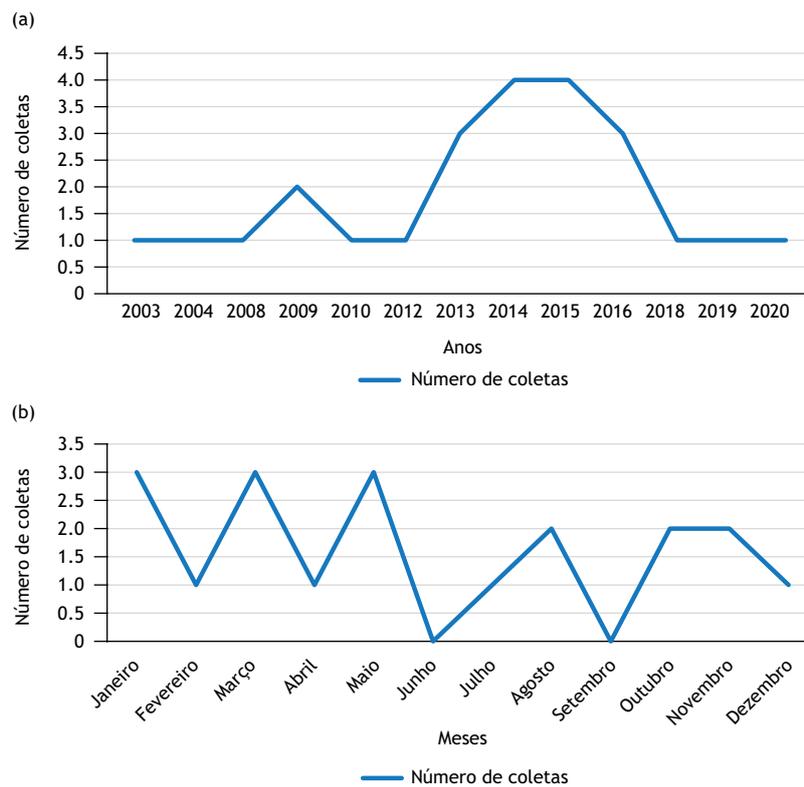
As coletas durante as estações de chuva e seca foram realizadas e citadas por De Sousa et al.⁹ e De Melo et al.²⁸. Duarte et al.⁸ descreveram que suas coletas foram realizadas somente na estação chuvosa e Marcolin et al.¹¹ relataram ter feito as coletas no inverno e no verão. Em relação à quantidade de coletas feitas por ano, autores de um estudo citam somente uma coleta⁶, de outros dois estudos três coletas foram citadas^{1,4}, autores de três trabalhos citaram duas coletas^{11,29,33}, já autores dos outros 12 trabalhos não contemplaram essa informação.

A respeito dos métodos de coletas das amostras, Silva et al.¹⁶ e Lage et al.³³ descreveram como diretamente das colônias, Braghini et al.³ utilizaram mel comercial e amostras diretamente das colônias. Echeverrigaray et al.⁴ usaram micropipeta estéril; Marcolin et al.¹¹ e Damasceno Do Vale et al.³² utilizaram seringas descartáveis; e Duarte et al.⁸ relataram o uso de seringas esterilizadas. A manutenção das amostras coletadas não foi especificada em três trabalhos^{33,10,27}. O congelamento foi utilizado por Braghini et al.³ e Biluca et al.⁶ e a temperatura ambiente por



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Figura 2. Número de pesquisas realizadas nos estados brasileiros baseado nos artigos selecionados.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Figura 3. Quantidade de coletas efetuadas anualmente (A) e mensalmente (B).

De Almeida-Muradian et al.²⁹ e Biluca et al.¹². Braghini et al.²⁷, Lage et al.³³ e Ribeiro et al.¹⁰ não descreveram o método de manutenção e a refrigeração foi utilizada pelos outros 11 trabalhos.

O número médio de amostras de mel por pesquisa foi $23,44 \pm 15,99$ (moda 32). A média de espécies avaliadas por estudo foi $4,41 \pm 4,09$ (moda 2). O gênero das ASF mais pesquisado foi a *Melipona* (n = 50) e a espécie mais estudada foi a *M. bicolor* (n = 8). Biluca et al.⁶, Marcolin et al.¹¹ e De Almeida-Muradian et al.²⁹ pesquisaram o mel de ASF e *A. mellifera*, as demais pesquisas não incluíam a última abelha (Quadro 2). Considerando que há mais de 300 espécies de ASF no Brasil⁵, o mel de apenas 31 delas foi avaliado com base neste levantamento bibliográfico. Portanto, há um grande número de espécies a serem exploradas quanto às suas características físico-químicas, microbiológicas, bem como potencial antioxidante/microbiano de seus méis de muitas regiões brasileiras. Além disso, visto que o produto tem variação em sua composição de acordo com as estações do ano^{33,38,11}, novos estudos devem abordar mais coletas ao longo do ano, considerando a diversidade edafoclimática e variações de umidade entre os meses do ano em todo o país.

Características dos méis

As características sensoriais avaliadas foram cor (n = 8), sabor (n = 2) e viscosidade (n = 2). As características físico-químicas mais analisadas foram pH (n = 14), hidroximetilfurfural (HMF) (n = 13) e umidade (n = 13). Os critérios microbiológicos mais avaliados foram a contagem de leveduras (n = 3), pesquisa de

Salmonella spp. (n = 2), contagem de bolores (n = 2), caracterização fisiológica de isolados de leveduras (n = 2) (Quadro 3).

Ávila et al.³⁰ indicaram que as propriedades químicas e biológicas do mel de ASF têm associação direta com a procedência do pólen. O resultado da análise melissopalínológica de De Almeida-Muradian et al.²⁹ revelou diferenças entre mel de *A. mellifera* e *M. subnitida*, indicando que essas espécies não percorrem as mesmas plantas. Já Duarte et al.⁸ observaram simetria na maior parte das amostras de pólen, sugerindo uma provável similar origem floral entre as espécies de ASF analisadas. Silva et al.¹⁶ avaliaram somente o pólen de *M. subnitida*, verificando a existência de 19 tipos polínicos de nove famílias.

O mel de ASF do Sul do Brasil, avaliado por Ávila et al.³¹, apontou a sua origem como floral e procedente de néctares com condutividade ($> 0,8\mu S.cm^{-1}$) e teor de cinzas baixos (0,60%). De Sousa et al.⁹ relataram em seus resultados que os méis provenientes da árvore de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) variaram em relação à cor intensa (95,4 a 103,4 mm Pfund) e ao alto teor de prolina ($17,4$ a $20,5 mg.kg^{-1}$), aos teores de glicose (37,7 a 38,1%) e cinzas (0,41 a 0,52%), enquanto os méis oriundos da planta malícia (*Mimosa pudica*) apresentaram maior acidez ($66,1$ a $86,8mEq.kg^{-1}$). Mais especificamente o mel da espécie jandaira (*M. subnitida*), que tem como fonte floral o juazeiro, apresentou maior pH (5,3) e teores de frutose (59,2%).

Em outro estudo, Ávila et al.³¹ apontaram que, de forma geral, diferentes gêneros de abelhas impactam diretamente nas



Quadro 2. Espécies de abelhas pesquisadas (ordenados por total de citações).

Espécie	Total de pesquisas
<i>Melipona bicolor</i>	8
<i>Melipona marginata</i>	7
<i>Melipona quadrifasciata</i>	7
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	6
<i>Melipona mondury</i> ; <i>Melipona scutellaris</i>	5
<i>Melipona subnitida</i>	4
<i>Melipona fasciculata</i> ; <i>Tetragonisca angustula</i>	3
<i>Melipona scutellaris</i> Latrelle; <i>Melipona subnitida</i> Ducke; <i>Scaptotrigona depilis</i> ; <i>Tetragona clavipes</i>	2
<i>A. mellifera</i> ; <i>Frieseomelitta varia</i> ; <i>Melipona asilvai</i> ; <i>Melipona capixaba</i> ; <i>Melipona quadrifasciata anthidioides</i> ; <i>Melipona rufiventris</i> ; <i>Melipona rufivestris mondory</i> ; <i>Melipona seminigra</i> ; <i>Melipona</i> sp.; <i>Nannotrigona testaceicornis</i> ; <i>Plebeia droryana</i> ; <i>Plebeia emerina</i> ; <i>Plebeia nigriceps</i> ; <i>Plebeia remota</i> ; <i>Plebeia saiqui</i> ; <i>Plebeia</i> sp.; <i>Scaptotrigona tubiba</i> ; <i>Tetragonisca fiebrigi</i> ; <i>Trigona fuscipennis</i>	1
Não especificado	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

propriedades do mel. O grupo do gênero *Melipona* apresentou níveis mais altos de umidade (29,38 a 40,07%), atividade de água, cor (0,30 a 152,57 mm Pfund), condutividade elétrica (0,15 a 0,66 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), acidez total (18,59 a 140,36 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$) e mineral total. O grupo do gênero *Scaptotrigona* apresentou níveis mais altos de Brix (66,50 a 71,17), pH (3,58 a 4,81) e cinzas (0,08 a 0,55%).

Ao estudarem amostras de méis de seis espécies de ASF da mesma região, estação e meliponário, Duarte et al.⁸ encontraram diferenças nos resultados de umidade (19,0% a 35,0%), pH (4,1 a 5,6), acidez livre (17 a 125 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$), fenólicos totais (32 a 136 $\text{mgGAE}\cdot\text{q}\cdot 100\text{g}^{-1}$), flavonoides totais (8 a 55 $\text{mgGAE}\cdot\text{q}\cdot 100\text{g}^{-1}$), açúcares redutores (59,0% a 75,9%) e atividade antioxidante (20 a 110,84 $\text{mgGAE}\cdot\text{q}\cdot 100\text{g}^{-1}$). Na pesquisa de Marcolin et al.¹¹, os méis de seis espécies de *Meliponini* diferiram do mel de *A. mellifera* quanto à umidade, (*Meliponini*: 18,1% a 20,3% e *A. mellifera* 23,4 a 36,4%), à acidez (*Meliponini* variaram de 9,6 a 66,7 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$ enquanto de *A. mellifera* 15,8 a 28,1 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$), açúcares redutores variaram de 45,3% a 58,3% no mel de *Meliponini* e de 61,0% a 64,4% no mel de *A. mellifera* e a sacarose variou de 4,0% a 25,4% e 5,3% a 10,0% no mel de *Meliponini* e *A. mellifera*, respectivamente.

Semelhanças entre as características físico-químicas foram encontradas nas análises de amostras de méis de *M. subnitida* e *M. fasciculata* provenientes da região do Semiárido brasileiro³⁸. Quando comparado os parâmetros do mel de *M. subnitida* com a legislação vigente no Brasil¹⁵ para mel de *A. mellifera*, o teor de umidade (24,80%) e a atividade diastásica (nula) foram reprovados²⁹. Em ambas as pesquisas de Ávila et al.³¹ e Biluca et al.¹, o potássio (K) foi o elemento mineral mais frequente, seguido pelo cálcio (Ca). A análise físico-química dos méis de jandaíra (*M. subnitida*) no estudo de Silva et al.¹⁶ expôs um perfil similar de suas amostras com relação ao pH (2,9 a 3,7), acidez (24,5 a 93,5 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$), HMF (10,80 a 15,76 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), atividade de água (0,650 a 0,720), cinzas (0,01% a 0,27%), nitrogênio (0,09 a 0,26 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), açúcares (50,5% a 72,5%) e umidade (22,2% a 24,4%). Sendo a última, uma característica importante nesse tipo de mel, pois exerce influência na sua viscosidade, fluidez e conservação.

Os resultados obtidos por Biluca et al.¹² de méis de *Meliponini* foram alto teor de umidade (24,28%-38,20%) e acidez livre acima de 50 $\text{mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$ para a maioria das amostras, enquanto os resultados de açúcares (variou de 58,79% a 73,01%) e atividade diastásica (< 3 a 70,91 unidades Göthe) foram inferiores, assim como houve a ausência de HMF. Nas amostras *in natura* avaliadas por Biluca et al.⁶, o teor de frutose (31,11 a 40,20%) foi superior à glicose (8,20% a 30,98%) enquanto a sacarose e o HMF estavam abaixo do limite de quantificação.

De Almeida-Muradian et al.²⁹ sugeriram que o conteúdo máximo de umidade deve ser 30%, maior do que para *A. mellifera*. Enquanto a atividade diastásica serve como indicador de frescor para o produto da *A. mellifera*, contudo sua presença não foi detectada no mel de ASF pesquisado. O que pode ser influenciado pelo seu frequente pH ácido e acidez alta, que também impede a multiplicação da microbiota e aumenta a vida útil do produto^{33,39}. Em contrapartida, a acidez elevada também é um indicador da presença de fermentação desfavorável. A maior atividade de água nesse produto pode favorecer o crescimento microbiano, principalmente leveduras, sendo então necessária a preconização de manuseio e o armazenamento adequado, visando a não contaminação microbiana^{33,2}.

O tratamento térmico de curto prazo utilizado por Braghini et al.²⁷ não exerceu mudanças significativas nas características físico-químicas do mel de ASF, e o HMF, parâmetro frequentemente utilizado como indicador de superaquecimento e condições de armazenamento³⁹, não foi detectado. O HMF também não foi observado sobre as condições de tempo e temperatura testadas por Biluca et al.⁶. Ribeiro et al.¹⁰, avaliando a influência do congelamento, pasteurização e maturação do mel de tiúba, observaram que o congelamento gerou a redução na viscosidade (de 993 para 463) e umidade (de 24,50 para 23,70), a maturação a 30 °C por 180 dias ocasionou a diminuição do pH (de 3,73 para 3,56) e a pasteurização, o aumento do pH (de 3,73 para 3,85) do mel de *M. fasciculata*. As amostras não maturadas congeladas e pasteurizadas foram descritas com características de manchas

Quadro 3. Classificação dos artigos conforme o *Methodi Ordinatio*, título dos artigos avaliados, análises realizadas em cada estudo e autores.

CI	Título	Análises realizadas	Citação
1	Compostos fenólicos, melissopalínológicos, análises físico-químicas e atividade antioxidante do mel de jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>)	Análise melissopalínológica, pH, acidez livre, HMF, atividade de água (Aw), teor de cinzas, nitrogênio, açúcares redutores e umidade, perfil de compostos fenólicos e atividade antioxidante	16
2	Perfil de açúcares, aspectos físico-químicos e sensoriais de méis monoflorais produzidos por diferentes espécies de abelhas sem ferrão no semiárido brasileiro	Umidade, proteína, prolina, HMF, cor, condutividade elétrica, pH, acidez livre e perfil de açúcar, cor, viscosidade e sabor	9
3	Perfis físico-químicos, minerais e compostos bioativos do mel de abelha sem ferrão (<i>Meliponinae</i>)	HMF, carboidratos, minerais, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, umidade, condutividade elétrica, acidez livre, pH, atividade diastásica, sólidos solúveis	1
4	Estudo comparativo das características físico-químicas e palinológicas do mel de <i>Melipona subnitida</i> e <i>Apis mellifera</i>	Cor, umidade, HMF, acidez livre, sólidos insolúveis na água, atividade de diástase, cinzas, condutividade elétrica, proteínas, lipídios, carboidratos totais, energia e os açúcares. Teste de Fiehe, reação de Lugol, reação de Lund e análise melissopalínológica	29
5	Mel e pólen de abelha produzidos por <i>Meliponini</i> (<i>Apidae</i>) em Alagoas, Brasil: análise multivariada de perfis físico-químicos e antioxidantes	Umidade, pH acidez livre, teor de açúcar redutor; condutividade elétrica, teor de prolina e HMF; atividade de diástase e cor	8
6	Teor de 5-HMF e carboidratos em mel de abelha sem ferrão por EC antes e após tratamento térmico	HMF, hidratos de carbono (frutose, glucose e sacarose)	6
7	Efeito de diferentes condições de armazenamento nas características físico-químicas e bioativas de méis de abelhas sem ferrão processados termicamente	Umidade, acidez, HMF, atividade diastásica e bioativos (potencial antioxidante e compostos fenólicos individuais)	3
8	Parâmetros físico-químicos, compostos bioativos e potencial antibacteriano do mel de abelha sem ferrão	Fenólicos totais, atividade de eliminação de radicais livres, poder antioxidante redutor férrico, quantificação de compostos fenólicos, potencial antibacteriano	12
9	Propriedades físico-químicas do mel de três espécies de <i>Melipona</i> brasileira	Aw, porcentagem de sólidos solúveis, pH, acidez e umidade	33
10	Caracterização do mel de abelhas sem ferrão do semiárido brasileiro	Umidade, açúcares redutores, sacarose, sólidos solúveis totais, acidez livre, pH, HMF, atividade diastásica, cor, compostos fenólicos totais, flavonóides totais e ácidos carboxílicos	38
11	Compostos bioativos e propriedades biológicas do mel de abelha sem ferrão brasileiro têm forte relação com a origem floral do pólen	Melissopalínológica, cinzas, pH, condutividade elétrica, cor, compostos fenólicos, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante, atividade microbiana	30
12	Influência do congelamento, pasteurização e maturação na qualidade do mel de Tiúba	Teor de açúcares redutores, acidez total, álcool, umidade, sólidos solúveis totais, pH, atividade de água, viscosidade e HMF, análise sensorial descritiva e de aceitação	10
13	Qualidade do mel de <i>Melipona</i> sp. abelhas no Acre, Brasil	Umidade, açúcares totais, açúcares redutores, sacarose aparente, cinzas, proteína bruta, atividade de diástase, graus Brix, acidez livre, acidez lactônica, acidez total, pH, HMF, condutividade elétrica, cor e reações de Lugol, Lund e Fiehe	32
14	Influência do gênero de abelhas sem ferrão (<i>Scaptotrigona</i> e <i>Melipona</i>) no conteúdo mineral, propriedades físico-químicas e microbiológicas do mel	Umidade, sólidos solúveis, condutividade elétrica, cor, pH, acidez total, teor de cinzas, HMF, açúcares redutores, sacarose, bactérias mesófilas aeróbicas, coliformes totais e termotolerantes, bactérias ácidas lácticas, <i>Salmonella</i> spp.	31
15	Atividade prebiótica de méis monoflorais produzidos por abelhas sem ferrão no semiárido do nordeste brasileiro para <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-05 e <i>Bifidobacterium lactis</i> BB-12	Água, sólidos solúveis totais, pH, acidez total, glicose, frutose, sacarose, arabinose, efeito prebiótico de méis e compostos fenólicos	28
16	Mel de <i>Meliponinae</i> e <i>Apis mellifera</i> no sul do Brasil: caracterização físico-química e determinação de agrotóxicos	Acidez livre, acidez, pH, teor de cinzas, condutividade elétrica, sólidos solúveis, umidade, HMF, perfil de açúcares (glicose, frutose, maltose e sacarose), açúcares redutores, e determinação de pesticidas	11
17	Impacto do tratamento térmico de curta duração no mel de abelha sem ferrão (<i>Meliponinae</i>): Qualidade, compostos fenólicos e capacidade antioxidante	Umidade, acidez livre, pH, HMF, atividade diástase, condutividade elétrica, sólidos solúveis (frutose, glucose e sacarose) teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante, carga microbiana (bolores e leveduras, coliformes termotolerantes e <i>Salmonella</i> spp.)	27
18	Biodiversidade de leveduras em mel produzido por abelhas sem ferrão criadas no planalto do sul do Brasil	Densidade, compostos solúveis totais, pH, açúcares redutores, açúcares redutores totais e atividade de água, isolamento e contagem de leveduras, identificação molecular de leveduras, caracterização fisiológica de isolados de leveduras	4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

aW: Atividade se Água; CI: Classificação *Inordination*; HMF: Hidroximetilfurfural; EC: Eletroforese capilar.



escuras, sabor e aroma adocicados, enquanto os maturados obtiveram sabor ácido e fermentado, viscoso e com granulacão.

No estudo de Braghini et al.³, somente o armazenamento a 40 °C apresentou altos níveis de HMF (de 43 a 231 mg.kg⁻¹), sugerindo que essa condiçã seja evitada, com base nos maiores valores de limite máximo desse parâmetro pelas legislações estaduais que é de 40 mg.kg⁻¹^{18,19,21}. Enquanto na pesquisa de Braghini et al.²⁷, o tratamento térmico de curta duraçã utilizado reduziu significativamente a resistênciã termotolerante para coliformes, *Salmonella* spp., leveduras e bolores. Deste modo, os autores sugerem o uso deste tratamento como alternativa na conservaçã pós-colheita do mel analisado, tendo em consideraçã sua praticidade e baixo impacto na qualidade do produto.

No estudo de Echeverrigaray et al.⁴, o mel do gênero *Plebeia*, apresentou maior atividade de água (0,71 a 0,86) e tamanho de populaçã de levedura 2 a 3 log mais alto do que amostras de mel de outros gêneros de *Meliponini*. Do conjunto das amostras, 16 espécies de leveduras foram caracterizadas, sendo as principais categorizadas em *Starmerella* e *Zygosaccharomyces*, com alta incidência para *Starmerella* sp. e *S. apícola*. A ocorrênciã de outras leveduras foi identificada somente em menores grupos ou relacionadas a espécies específicas de abelhas. Osmotolerantes com capacidade de fermentaçã de glicose e frutose foram as espécies mais abundantes e prevalentes.

A existênciã de certas leveduras no mel de diferentes espécies de abelhas aponta uma estreita relaçã entre as abelhas e a microbiota de leveduras. A existênciã de fungos no mel está relacionada à interaçã do mel com o conteúdo intestinal das abelhas, colmeia de abelhas e gramas. Possivelmente associadas às condições ambientais e sendo indicadores de qualidade de manejo da produçã⁴¹. Atualmente há a hipótese de os microrganismos simbióticos atuarem auxiliando na obtençã de nutrientes, outros atuam significativamente na imunidade das colônias de abelhas. Menezes et al.⁴² apontaram em sua pesquisa com *Scaptotrigona depilis* a possibilidade de um vínculo de simbiose com o fungo do gênero *Monascus*, usando-o como proteçã para o alimento larval de outros microrganismos.

Na análise do potencial antibacteriano, as amostras do mel de ASF apresentaram reduçã do crescimento nas cepas de *Escherichia coli* ou *Staphylococcus aureus*, exibindo efeitos promissores capazes de estimular mais estudos na área¹². As informações sobre o conteúdo fenólico total e flavonoides e atividade antioxidante do mel e do pólen de ASF ainda são escassas⁸. Contudo,

Ávila et al.³¹ encontraram uma correlaçã positiva entre compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

O mel de jandaíra (*M. subnitida*) pesquisado por Silva et al.¹⁶ apresentou perfil fenólico semelhante entre as amostras pesquisadas, sendo esse perfil fenólico com presença dos flavonoides naringenina, quercetina e isorhamnetina e dos ácidos gálico, vanílico, 3,4-dihidroxibenzóico e cumárico em oito amostras. A única amostra que apresentou perfil diferente, era proveniente de outra localizaçã geográfica, mas de modo geral todas as amostras exibiram alta atividade antioxidante. Este estudo expõs que o conteúdo fenólico das amostras de méis é responsável em parte por sua atividade antioxidante e corrobora com Biluca et al.¹ de que esse mel é uma importante fonte de antioxidantes naturais.

As alterações dos compostos fenólicos após tratamento térmico de curta duraçã são geralmente relacionadas ao aumento do potencial antioxidante do mel estudado por Braghini et al.²⁷. Braghini et al.³ sugerem que esse produto, quando processado e armazenado em baixas temperaturas, pode manter sua estabilidade, cooperando na preservaçã de suas propriedades físico-químicas e bioativas.

Na análise de Damasceno Do Vale et al.³², as amostras de mel de ASF não atenderam todos os critérios determinados pela legislaçã vigente no Brasil para *A. mellifera*, o excesso de umidade foi o principal motivo da reprovaçã. Enquanto para Biluca et al.¹, as principais diferenciações foram: acidez livre, açúcares redutores e umidade. Os resultados obtidos por Biluca et al.² mostraram que ainda não é possível caracterizar grupos específicos de amostras, de acordo com a floraçã ou por espécies de abelhas, e possivelmente esse seja um dos motivos de não haver lei nacional ou mundial.

CONCLUSÕES

Ainda existe um número muito restrito de pesquisas relativas ao tema e muitos dos trabalhos não são passíveis de replicaçã na forma em que se apresentam. É necessário ampliar o espectro e a profundidade dos estudos relativos ao tema, possibilitando a melhor compreensã do objeto de estudo. Além disso foram observadas variações muito grandes nas características físico-químicas dos produtos oriundos de diferentes espécies e regiões produtivas, com isso, a padronizaçã de uma legislaçã nacional destinada ao mel de ASF só pode ser estabelecida a partir de estudos aprofundados, realizados com cada uma das espécies brasileiras, proporcionando mais segurança ao consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Biluca FC, Braghini F, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (Meliponinae). *J Food Comp An.* 2016;50:61-9. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.05.007>
2. Braghini F, Biluca FC, Schulz M, Gonzaga LV, Costa AC, Fett R. Stingless bee honey: a precious but unregulated product-reality and expectations. *Food Rev Int.* 2021;38:1-30. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1884875>
3. Braghini F, Biluca FC, Ottequir F, Gonzaga LV, Silva M, Vitali L et al. Effect of different storage conditions on physicochemical and bioactive characteristics of thermally processed stingless bee honeys. *LWT.* 2020;131. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109724>



4. Echeverrigaray S, Scariot FJ, Foresti L, Schwarz LV, Rocha RKM, Silva GP et al. Yeast biodiversity in honey produced by stingless bees raised in the highlands of southern Brazil. *International J Food Microbiol.* 2021;347. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109200>
5. Santos AC, Biluca FC, Brugnerotto P, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Brazilian stingless bee honey: physicochemical properties and aliphatic organic acids content. *Food Res Int.* 2022;158:111516. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111516>
6. Biluca FC, Della Betta F, Oliveira GP, Pereira LM, Gonzaga LV, Costa ACO et al. 5-HMF and carbohydrates content in stingless bee honey by CE before and after thermal treatment. *Food Chem.* 2014;159:244-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.016>
7. Ávila S, Beux MR, Ribani RH, Zambiasi RC. Stingless bee honey: quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends Food Sci Tech.* 2018;81:37-50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.002>
8. Duarte AWF, Vasconcelos MRDS, Oda-Souza M, Oliveira FFD, López AMQ. Honey and bee pollen produced by Meliponini (Apidae) in Alagoas, Brazil: multivariate analysis of physicochemical and antioxidant profiles. *Food Sci Technol.* 2018;38(3):493-503. <https://doi.org/10.1590/fst.09317>
9. Sousa JMB, Souza EL, Marques G, Toledo Benassi M, Gullón B, Pintado MM et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT Food Sci Technol.* 2016;65:645-51. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>
10. Ribeiro GP, Villas-Boas JK, Spinosa WA, Prudencio SH. Influence of freezing, pasteurization and maturation on Tiúba honey quality. *LWT.* 2018;90:607-12. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.072>
11. Marcolin LC, Lima LR, Oliveira Arias JL, Berrio ACB, Kupski L, Barbosa SC et al. *Meliponinae* and *Apis mellifera* honey in southern Brazil: physicochemical characterization and determination of pesticides. *Food Chem.* 2021;363:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130175>
12. Biluca FC, Braghini F, Ferreira GC, Santos AC, Ribeiro DHB, Gonzaga LV et al. Physicochemical parameters, bioactive compounds, and antibacterial potential of stingless bee honey. *J Food Proc Preserv.* 2021;45(2). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15127>
13. Santos AC, Biluca FC, Braghini F, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Phenolic composition and biological activities of stingless bee honey: an overview based on its aglycone and glycoside compounds. *Food Res Int.* 2021;147:1-20. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110553>
14. World Health Organization - WHO. Food standard programme: Codex 24 2001. Geneva: World Health Organization; 2001.
15. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução normativa N° 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial União.* 20 out 2000.
16. Silva TMS, Santos FP, Evangelista-Rodrigues A, Silva EMS, Silva GS, Novais JS et al. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. *J Food Comp An.* 2013;29(1):10-8. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.08.010>
17. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia - ADAB. Portaria ADAB N° 207, de 21 de novembro de 2014. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelha social sem ferrão, gênero *Melipona*. *Diário Oficial Estado.* 26 nov 2014.
18. Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas - ADAF-AM. Portaria N° 253, de 31 de outubro de 2016. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelha social sem ferrão para o estado do Amazonas. *Diário Oficial Estado.* 1 nov 2016.
19. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - Adapar. Portaria N° 63, de 10 de março de 2017. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelhas sem ferrão para o estado do Paraná. *Diário Oficial do Estado.* 16 mar 2017.
20. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - SAA-SP. Resolução SAA N° 52, de 3 de outubro de 2017. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel de abelhas sem ferrão da subfamília meliponinae. *Diário Oficial do Estado.* 17 out 2017.
21. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca e do Desenvolvimento Rural de Santa Catarina - SAR. Portaria SAR N° 37, de 4 de novembro de 2020. Aprova a norma interna regulamentadora do mel de abelhas sem ferrão no estado de Santa Catarina. *Diário Oficial do Estado.* 5 nov 2020.
22. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC N° 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. *Diário Oficial União.* 26 dez 2003.
23. Gonçalves NA, Cecchi PP, Vieira RM, Santos MDA, Almeida TC. Rotulagem de alimentos e consumidor. *Nutr Brasil.* 2015;14(4):1-8. <https://doi.org/10.33233/nb.v14i4.49>
24. Melo FHC, Menezes FNDD, Sousa JMB, Santos Lima M, Borges GDSC, Souza EL et al. Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of Brazilian Northeastern toward *Lactobacillus acidophilus* LA-05 and *Bifidobacterium lactis* BB-12. *Food Res Int.* 2020;128:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108809>
25. Pagani RN, Kovaleski JL, Resende LMM. Avanços na composição da *methodi ordinatio* para revisão sistemática de literatura. *Cienc Inform.* 2017;46(2):161-87. <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v46i2.1886>
26. Essawy BT, Goodall JL, Voce D, Morsy MM, Sadler JM, Choi YD et al. A taxonomy for reproducible and replicable research in environmental modelling. *Environ Modell Soft.* 2020;134. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104753>



27. Braghini F, Biluca FC, Gonzaga LV, Kracik AS, Vieira CRW, Vitali L et al. Impact of short-term thermal treatment on stingless bee honey (*Meliponinae*): quality, phenolic compounds and antioxidant capacity. *J Food Proc Preserv*. 2019;43(7). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13954>
28. Melo B, Monte ZS, Santos VM, Moura DF, Lima CVB, Farias LH et al. Atualizações sobre a rotulagem nutricional dos alimentos. *Braz J Develop*. 2023;9(1):4483-93. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-309>
29. Almeida-Muradian LB, Stramm KM, Horita A, Barth OM, Freitas AS, Estevinho LM. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. *Int J Food Sci Technol*. 2013;48(8):1698-706. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12140>
30. Ávila S, Hournung PS, Teixeira GL, Malunga LN, Apea-Bah FB, Beux MR, Beta T et al. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. *Food Res Int*. 2019;123:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.068>
31. Ávila S, Lazzarotto M, Hornung PS, Teixeira GL, Ito VC, Bellettini MB et al. Influence of stingless bee genus (*Scaptotrigona* and *Melipona*) on the mineral content, physicochemical and microbiological properties of honey. *J Food Sci Technol*. 2019;56(10):4742-8. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03939-8>
32. Vale MAD, Gomes FA, Santos BRC, Ferreira JB. Honey quality of *Melipona* sp. bees in Acre, Brazil. *Acta Agron*. 2018;67(2):201-7. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.60836>
33. Lage LG, Coelho LL, Resende HC, Tavares MG, Campos LA, Fernandes-Salomão TM. Honey physicochemical properties of three species of the Brazilian *Melipona*. *An Acad Bras Cienc*. 2012(3);84:605-8. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012005000051>
34. Penereiro JC, Badinger A, Maccheri NC, Meschiatti, MC. Distribuições de tendências sazonais de temperatura média e precipitação nos biomas brasileiros. *Rev Bras Meteorol*. 2018;33(1):97-113. <https://doi.org/10.1590/0102-7786331012>
35. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Desafios para agricultura nos biomas brasileiros. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2020.
36. Nascimento AS, Lima Silva F, Cavalcante SMP. Qualidade físico-química e compostos bioativos do mel de *Melipona scutellaris* produzido em uma região urbano-industrial. *Rev Virt Quim*. 2021;13(6):1268-77. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210071>
37. Lico JCT, Menezes Filho ACP, Souza WC, Taques AS, Alves I, Castro CFS et al. Qualidade de méis de abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811), *Trigona pallens* (Fabricius, 1798) e *Lestrimelitta limao* (Smith) em área urbana, Goiás, Brasil. *Braz J Sci*. 2023;2(7):1-13. <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i7.347>
38. Sant'ana RDS, Carvalho CAL, Oda-Souza M, Souza BDA, Dias FDS. Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. *Food Chem*. 2020;327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127041>
39. Nordin A, Sainik NQAV, Chowdhury SR, Saim AB, Idrus RBH. Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: a comprehensive review. *J Food Compos An*. 2018;73:91-102. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002>
40. White Jr JW. Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *J Assoc Off An Chem*. 1979;62(3):509-14. <https://doi.org/10.1093/jaoac/62.3.509>
41. Estevinho LM, Feás X, Seijas JA, Vázquez-Tato MP. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. *Food Chem Toxicol*. 2012;50(2):258-64. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.034>
42. Menezes C, Vollet-Neto A, Marsaioli AJ, Zampieri D, Fontoura IC, Luchessi AD et al. A Brazilian social bee must cultivate fungus to survive. *Curr Biol*. 2015;25(21):2851-5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.028>

Contribuição dos Autores

Julek E - Concepção, planejamento (desenho do estudo), aquisição, análise e redação do trabalho. Fagundes VL - Análise e redação do trabalho. Zatta JCS - Interpretação dos dados e redação do trabalho. Berthier AS - Concepção, planejamento (desenho do estudo) e interpretação dos dados. Galvão JA - Concepção, planejamento (desenho do estudo), análise e redação do trabalho. Todos os autores aprovaram a versão final do trabalho.

Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Licença CC BY. Com essa licença os artigos são de acesso aberto que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.