

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL ESTADO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

LORENZO RIBAS PESCI DUARTE

**IMPACTOS DAS TÉCNICAS DE BENEFICIAMENTO DO MEL DE ABELHA
Tetragona clavipes NA AÇÃO ANTIMICROBIANA**

**CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL
2025**

LORENZO RIBAS PESCI DUARTE

IMPACTOS DAS TÉCNICAS DE BENEFICIAMENTO DO MEL DE ABELHA
***Tetragona clavipes* NA AÇÃO ANTIMICROBIANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como
parte das exigências para a obtenção do título de
Bacharela em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Gabriela Puhl Rodrigues

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL
2025

LORENZO RIBAS PESCI DUARTE

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 07/11/2025, e aprovado pela
Banca Examinadora:**

Documento assinado digitalmente
 **GABRIELA PUHL RODRIGUES**
Data: 10/11/2025 08:30:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr^a Gabriela Puhl Rodrigues
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **JOVELINA MARIA DE OLIVEIRA**
Data: 12/11/2025 14:08:24-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Especialista Jovelina Maria de Oliveira
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO GONSALO DA SILVA**
Data: 10/11/2025 18:41:53-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Doutorando Thiago Gonsalo da Silva
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **ELIEL SOUZA FREITAS JUNIOR**
Data: 12/11/2025 13:38:28-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Especialista Eliel Souza Freitas Junior
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus mentores, por toda a força, orientação e motivação nesses anos de faculdade. Também pela minha família, por todo amparo, por ser a minha base. Sem vocês nada disso seria possível. Agradeço muito aos amigos, em especial a Laís Roque, Pedro Batista, Vinicius Trindade e João Victor Sartori, por toda a força, por apoiarem nos momentos difíceis, por compartilharem o dia a dia e fazerem dessa fase, algo muito mais leve.

Agradeço a Prof^a Dr^a Gabriela Puhl Rodrigues, pela oportunidade de me orientar neste trabalho, pela ajuda, pela paciência e por não ter medido esforços para me auxiliar. Agradeço também a Prof^a Dr^a Cassia Rejane Brito Leal, por toda orientação e auxílio dado, por abrir as portas do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, onde foram feitas as análises. Além da UFMS, por ceder o espaço e por toda oportunidade de aprendizado e experiências nesse período.

RESUMO

O presente estudo investigou o impacto de diferentes técnicas de beneficiamento sobre as características físico-químicas e a atividade antimicrobiana do mel de *Tetragona clavipes* (borá). Amostras de mel in natura foram submetidas à desumidificação e pasteurização, sendo avaliadas quanto à umidade, sólidos solúveis (°Brix), coloração, acidez e teor de cinzas. O mel in natura apresentou umidade elevada (28,5%), superior ao limite legal para *Apis mellifera*, característica típica de méis de abelhas sem ferrão. A desumidificação reduziu o teor de água para 18%, enquanto a pasteurização proporcionou leve diminuição (26,5%), refletindo aumento nos sólidos solúveis e estabilidade do produto. A coloração variou de 50 a 55 mm Pfund, com leve escurecimento após desumidificação, e o teor de cinzas elevou-se em função da concentração de minerais. A acidez apresentou valores elevados (265–305 meq/kg), superiores aos observados por outros autores, provavelmente associados à flora local. Quanto à atividade antimicrobiana, houve halos de inibição nos ensaios de difusão em ágar frente a *Staphylococcus aureus* onde foram observados apenas no mel in natura, enquanto o método de microdiluição em caldo evidenciou atividade bacteriostática e bactericida em diferentes diluições. Os resultados demonstram que o beneficiamento influencia significativamente as propriedades físico-químicas e funcionais do mel, reforçando seu potencial terapêutico e a importância da preservação de suas características bioativas.

Palavras-chave: Abelhas indígenas; Abelha borá; Bactérias patogênicas; Atividade bactericida; Mel processado.

ABSTRACT

This study investigated the impact of different processing techniques on the physicochemical characteristics and antimicrobial activity of *Tetragona clavipes* (borá) honey. Raw honey samples were subjected to dehumidification and pasteurization, and evaluated for moisture, soluble solids (°Brix), color, acidity, and ash content. The raw honey presented high moisture content (28.5%), exceeding the legal limit for *Apis mellifera*, a typical characteristic of stingless bee honey. Dehumidification reduced the moisture content to 18%, while pasteurization resulted in a slight decrease (26.5%), reflecting an increase in soluble solids and product stability. Color ranged from 50 to 55 mm Pfund, with slight darkening after dehumidification, and ash content increased as a function of mineral concentration. Acidity values were high (265–305 meq/kg), higher than those observed by other authors, likely associated with the local flora. Regarding antimicrobial activity, inhibition zones were observed in agar diffusion assays against *Staphylococcus aureus*, which were observed only in raw honey, while the broth microdilution method demonstrated bacteriostatic and bactericidal activity at different dilutions. The results demonstrate that processing significantly influences the physicochemical and functional properties of honey, reinforcing its therapeutic potential and the importance of preserving its bioactive characteristics.

Keywords: Indigenous bees; Borá bee; Pathogenic bacteria; Bactericidal activity; Processed honey.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas do mel de abelha sem ferrão (<i>Tetragona clavipes</i>) submetido a diferentes tratamentos.....	20
Tabela 2 – Resultados das análises antimicrobianas do mel de abelha sem ferrão (<i>Tetragona clavipes</i>) submetido a diferentes tratamentos.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Laboratório de apicultura e meliponicultura – A) placa de petri usada para o processo de desumidificação, B) processo de aquecimento do mel usado na pasteurização.....16

Figura 2 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Discos de papel filtro impregnados com mel, B) discos foram dispostos sobre placas de ágar Mueller-Hinton.....19

Figura 3 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Placa de microdiluição, B) Processo de pipetagem.....19

Figura 4 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Resultado da Placa de ágar Mueller-Hinton do tratamento de difusão em discos. B) Resultado da placa de ágar BHI do tratamento de microdiluição.....22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 A Meliponicultura	11
2.2 Produtos das Abelhas Sem Ferrão	12
2.3 O Mel das Abelhas Sem Ferrão	13
2.4 A Importância das Técnicas de Beneficiamento do Mel	13
2.5 Atividade Antimicrobiana do Mel das Abelhas Sem Ferrão	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	23
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

O mel é um alimento natural, de consistência viscosa, aroma característico e sabor adocicado, produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores, de secreções de tecidos vegetais vivos ou ainda de excreções de insetos sugadores que se encontram sobre essas plantas. Após a coleta, o néctar é transformado pelas abelhas por meio da adição de substâncias específicas próprias, sendo então armazenado na colmeia onde permanece até completar o processo de maturação (Brasil, 2000).

O mel destaca-se como um alimento de grande valor energético, por ser composto por carboidratos simples (monossacarídeos e oligossacarídeos), bem como por pigmentos vegetais, ácidos orgânicos, vitaminas, proteínas, hormônios e enzimas. Além de sua composição, possui importantes propriedades biológicas, entre as quais se destacam as atividades antimicrobiana, antifúngica, antioxidante, antiviral, antiparasitária, anti-inflamatória e imunossupressora (Borsato et al., 2013). Durante séculos, o mel foi amplamente utilizado na medicina tradicional como recurso terapêutico contra infecções bacterianas. Entretanto, acabou sendo substituído por antibióticos de origem sintética e semi sintética (Molan et al., 1988).

O mel produzido por abelhas sem ferrão apresenta propriedades sensoriais distintas, destacando-se pelo sabor agri-doce e pela menor viscosidade. Essas características diferenciam-no do mel de *Apis mellifera*, sobretudo em função do maior teor de umidade e acidez, bem como do menor conteúdo de açúcares (Nordin et al., 2018). Esse produto tem sido utilizado popularmente como alimento com finalidades medicinais, principalmente em zonas rurais e entre indígenas, que lhe atribuem propriedades terapêuticas específicas, como o tratamento de infecções (Posey, 1987)

Entre os microrganismos mais frequentemente associados a toxinfecções alimentares destacam-se bactérias da família *Enterobacteriaceae*, como *Salmonella* spp., e cocos gram-positivos como *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* é um patógeno gram-positivo, anaeróbio facultativo, frequentemente relacionado a surtos de intoxicação alimentar e a quadros invasivos graves; sua presença e a disseminação de cepas resistentes a múltiplos antibióticos têm se mostrado um problema crescente para a saúde pública. Da mesma forma, *Salmonella* spp, um importante zoonógeno transmitido por alimentos de origem animal. Permanece como uma das principais causas de doenças transmitidas por alimentos e apresenta crescente incidência de resistência antimicrobiana, o que enfatiza a necessidade de abordagens integradas para vigilância e controle (MOGES et al., 2024; LAMICHHANE et al., 2024).

Os méis produzidos por abelhas sem ferrão têm apresentado crescente valorização comercial, impulsionada sobretudo pelas evidências científicas de suas propriedades farmacológicas. Além das diversas atividades terapêuticas já descritas, a literatura também aponta funções cicatrizantes e antioxidantes atribuídas a esse produto (Gonçalves Filho & Menezes, 2005).

Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo verificar o potencial antimicrobiano de amostras de mel de abelha *Tetragona clavipes* que passaram por diferentes formas de beneficiamento, frente a bactérias patogênicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Meliponicultura

O manejo e a criação racional das abelhas sem ferrão é conhecido por meliponicultura (Nogueira Neto, 1953). A meliponicultura representa a integração entre o saber tradicional e a influência europeia voltada à domesticação. Além disso, constitui-se como uma prática herdada dos povos indígenas, que ao longo da história foi preservada e desenvolvida por diferentes comunidades tradicionais, como caboclos, ribeirinhos, agricultores familiares e açorianos, entre outros grupos (Villas Boas, 2018). A meliponicultura é reconhecida como um elemento relevante da cultura regional e, por demandar baixo investimento inicial aliado a boas perspectivas de retorno econômico, apresenta-se como uma alternativa promissora para a geração de renda, além de ser valorizada por seu caráter ambientalmente sustentável (Magalhães e Venturieri, 2010).

As abelhas constituem organismos-chave para a manutenção do equilíbrio ecológico, uma vez que participam ativamente do processo de polinização de inúmeras espécies vegetais nativas, favorecendo a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas florestais. Paralelamente à sua função ambiental, esses insetos assumem papel estratégico na produção agrícola, visto que grande parte das espécies cultivadas depende de sua atividade polinizadora. Ademais, sua criação possibilita retorno econômico por meio da exploração de subprodutos de elevado valor comercial, como mel, cera, própolis e pólen (Wolowski, 2019).

As abelhas nativas sem ferrão, conhecidas como meliponíneos, pertencem à ordem *Hymenoptera* e constituem um grupo altamente diversificado, com mais de 600 espécies descritas até o momento. Sua distribuição ocorre predominantemente em regiões tropicais, onde desempenham papel central nos processos ecológicos, sendo a região neotropical reconhecida como o principal centro de diversidade desse grupo, abrigando a maior concentração de espécies e uma ampla variedade de interações com a flora local (Roubik, 2023). Essas abelhas

pertencem à família *Apidae* e estão classificadas na subtribo *Meliponinae*. E no contexto brasileiro, considerando as espécies já descritas e aquelas ainda em processo de caracterização taxonômica, estima-se a ocorrência de mais de 300 espécies, o que evidencia a elevada representatividade do país na diversidade global de meliponíneos (Pedro, 2014).

Dentre essas espécies destaca-se, a abelha *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804), popularmente conhecida como abelha Borá, Vorá ou Jataizão, derivado do termo "heborá" que no idioma tupi significa "o que há de ter mel" (Rodrigues, 2005). Trata-se de uma espécie de abelha nativa amplamente distribuída em todas as regiões do território brasileiro, ocorrendo também em diversos países da América do Sul e estendendo-se até a fronteira com a América Central. Essa espécie apresenta como características morfológicas distintivas, o clipeo e a área paraocular com máculas amarelas (Nogueira et al., 2022).

As colônias dessa espécie são formadas em cavidades naturais localizadas no interior de troncos de árvores, geralmente apresentando uma única entrada recoberta por resina de coloração acinzentada. No interior dessas colônias, observa-se uma densidade aproximada de 10 células de cria por centímetro cúbico, podendo abrigar populações que alcançam cerca de 50.000 indivíduos por ninho (Duarte et al., 2016). As colônias apresentam também o armazenamento de alimento (pólen e mel). E de acordo com relatos de meliponicultores, o mel produzido por essa espécie é considerado de alta qualidade sensorial, caracterizando-se por um sabor singular, levemente salgado, que remete a notas semelhantes às de queijo, sendo ótimo para temperar saladas, em pratos salgados e carnes brancas, como peixes e frango (Brazilian Farmers, 2023).

2.2 Produtos das Abelhas Sem Ferrão

Além de serem responsáveis pela produção de diversos produtos de alto valor biológico e econômico, como mel, pólen e própolis, as abelhas sem ferrão também exercem papel essencial como agentes polinizadores, em virtude de sua ampla distribuição geográfica e forte atração pelas flores, fatores determinantes para a manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade vegetal (Souza et al., 2009).

É amplamente reconhecida a relevância das abelhas sem ferrão para os processos ecológicos, especialmente na polinização, produção de alimentos e conservação da flora. Além de sua importância ambiental, destaca-se o elevado valor econômico do mel produzido por essas espécies, utilizado como matéria-prima na fabricação de cosméticos, medicamentos e fitoterápicos, bem como em produtos alimentícios. Esse potencial de aproveitamento também configura uma importante fonte de renda familiar para os meliponicultores, reforçando a relevância socioeconômica da meliponicultura (Andrade et al., 2022).

Entre os principais produtos elaborados pelas abelhas sem ferrão destaca-se o mel, cuja composição físico-química e sensorial é influenciada por fatores como a origem botânica do néctar coletado, as condições geográficas da região de produção e a espécie da abelha (Nordin et al., 2018).

2.3 O Mel das Abelhas Sem Ferrão

O mel obtido a partir das abelhas sem ferrão distingue-se do mel convencional de abelha *Apis mellifera* por suas particularidades físico-químicas, apresentando, de modo geral, maior acidez, maior teor de umidade e um perfil sensorial singular, que reflete a diversidade floral e ambiental associada à sua origem (Andrade et al., 2022). A composição do mel das abelhas sem ferrão é predominantemente constituída por carboidratos, especialmente frutose e glicose, que representam seus principais açúcares. Entretanto, diversos outros componentes também estão presentes, como oligossacarídeos, polissacarídeos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, flavonoides, vitaminas, grãos de pólen, ceras e outros fitoquímicos, os quais contribuem para suas propriedades sensoriais e bioativas (Pontis et al., 2014).

Estudos científicos indicam que essas propriedades estão intrinsecamente associadas à composição bioativa do mel, a qual compreende a presença de compostos fenólicos, flavonoides e enzimas específicas, responsáveis por conferir-lhe características funcionais e potenciais benefícios à saúde (Ávila et al., 2019).

Estudos recentes demonstram que o mel produzido por abelhas sem ferrão no Brasil alcança valores significativamente superiores aos do mel convencional — por exemplo, enquanto o mel da espécie *Apis mellifera* é comercializado em torno de R\$ 30/kg, o mel de abelhas sem ferrão alcança preços da ordem de R\$ 120/kg ou mais (Silva & Freitas 2025; Lavinas et al. 2023; Fluck et al. 2024). Essa valorização reflete não só a raridade e menor escala de produção, mas também o perfil sensorial diferenciado, o apelo terapêutico e o valor agregado de mercado deste produto.

2.4 A Importância das Técnicas de Beneficiamento do Mel

Verifica-se que um dos principais desafios enfrentados pelos produtores de mel de abelhas nativas está relacionado à garantia de estabilidade e maior tempo de prateleira do produto, uma vez que este apresenta elevada suscetibilidade à fermentação. Essa característica está diretamente associada ao alto teor de umidade do mel, que geralmente varia entre 25% e 35% de sua composição, além da presença natural de leveduras e outros microrganismos fermentadores, os quais contribuem para sua rápida deterioração (Villas Boas, 2012).

Embora as técnicas de preservação do mel não sejam consideradas um requisito indispensável para o consumo imediato, sua aplicação torna-se essencial para viabilizar o

armazenamento seguro do produto, seja para consumo pessoal, familiar ou comunitário. Além disso, esses procedimentos são fundamentais para possibilitar a inserção e a manutenção dos méis de abelhas sem ferrão no mercado formal (Villas Boas, 2012).

Os métodos de beneficiamento aplicados ao mel de abelhas sem ferrão têm como finalidade transformar o mel *in natura*, que é naturalmente suscetível à fermentação devido ao seu alto teor de umidade, em um produto mais estável, preservando ao máximo suas propriedades físicas, químicas e sensoriais durante o armazenamento e a comercialização (Villas Boas, 2012).

Entre os principais métodos empregados para a conservação do mel de abelhas sem ferrão destacam-se a refrigeração, a pasteurização, a desidratação e a maturação, técnicas amplamente utilizadas para aumentar a estabilidade do produto e prolongar sua vida útil sem comprometer suas características sensoriais e bioativas (Camargo et al., 2017).

2.5 Atividade Antimicrobiana do Mel das Abelhas Sem Ferrão

As propriedades terapêuticas do mel são reconhecidas desde a Antiguidade, sendo amplamente empregadas em diferentes práticas medicinais ao longo da história. O mel destaca-se como um eficiente repositor de glicose, favorecendo a absorção de água e sódio em casos de desidratação decorrente de gastroenterites, tanto em adultos quanto em crianças. Além disso, diversos estudos científicos apontam sua ação anti-inflamatória e reparadora de tecidos, com efeitos benéficos sobre os sistemas digestivo, respiratório, oral e ocular, bem como suas reconhecidas atividades antibacterianas e antifúngicas (Silva et al., 2006; Navaei Alipour et al., 2021; Rahmani et al., 2025)

O mel produzido por abelhas meliponíneas apresenta uma composição química complexa e diversificada, contendo cerca de 200 substâncias distintas, responsáveis por conferir-lhe características físico-químicas e biológicas singulares (Roós et al., 2018). Sendo assim a atividade antimicrobiana do mel, está diretamente associada a múltiplos fatores que modulam sua composição química, incluindo características do solo, condições climáticas e diversidade vegetal, os quais influenciam a formação do produto final. além de elementos como baixa atividade de água, elevada pressão osmótica, pH ácido, o sistema glucose/oxidase com consequente produção de peróxido de hidrogênio, bem como a presença de compostos fitoquímicos e substâncias voláteis, desempenham papéis fundamentais na determinação de sua eficácia antimicrobiana (Mavric et al., 2008).

Um dos principais mecanismos de ação antimicrobiana do mel é a alta osmolaridade, resultante da elevada concentração de açúcares, que reduz a atividade de água e provoca desidratação em microrganismos. No entanto, estudos indicam que, embora esse efeito

contribua para a inibição bacteriana, ele sozinho não é suficiente para explicar a potente ação antimicrobiana observada no mel natural (Nishio et al., 2016).

Nesse contexto, diversos estudos têm se dedicado a investigar o potencial antimicrobiano de méis produzidos por diferentes espécies de abelhas melíferas, com o objetivo de explorar suas aplicações na prática clínica. Apesar de seu efeito antimicrobiano reconhecido, essa propriedade ainda permanece pouco explorada e pouco incorporada em protocolos terapêuticos (Mavric et al., 2008; Chuttong et al., 2016).

Dessa forma, embora o mel produzido por abelhas sem ferrão no Brasil apresenta elevado potencial, especialmente quanto às suas propriedades antimicrobianas, ainda há uma limitação nas informações disponíveis, evidenciando a necessidade de mais pesquisas na área. Sendo assim este estudo tem como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de amostras de mel provenientes de colônias de *Tetragona clavipes*, submetidas a diferentes métodos de beneficiamento, frente a bactérias patogênicas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Apicultura e Meliponicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Trata-se de uma pesquisa experimental, com abordagem quantitativa, que teve como objetivo analisar o impacto de diferentes técnicas de beneficiamento na ação antimicrobiana do mel de *Tetragona clavipes*. O mel utilizado foi obtido de uma única colônia, alojada em uma caixa de madeira modelo INPA (Carvalho-Zilse et al., 2005), composta por um ninho e três módulos de melgueira. Essa colônia está instalada no meliponário da Faculdade, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: -20.508871158964848, -54.620709229245094.

A coleta do mel foi efetuada seguindo rigorosamente as Boas Práticas de Fabricação (Brasil, 2002), de modo a garantir a qualidade do produto e evitar contaminações.

A colheita do mel foi realizada por meio da remoção dos módulos melgueira da colmeia. Após a retirada, os módulos foram transportados até o laboratório. No laboratório, os potes de mel foram abertos, com auxílio de uma espátula inox e a extração foi realizada utilizando-se seringa estéril, garantindo a coleta direta do mel, que foi depositada em um balde de plástico, contendo um filtro de mel ultrafino, e posteriormente depositado em recipientes de vidro com tampas herméticas, visando à preservação das propriedades físico-químicas, sensoriais e bioativas do mel, garantindo a integridade do mel até seu processamento e análise.

FORMAS DE BENEFICIAMENTO

Desumidificação

A desumidificação foi realizada por meio de uma sala de desumidificação, composta por um ambiente fechado equipado com sistema de ar-condicionado e uma prateleira contendo uma placa de petri grande de 150x25mm. O mel foi distribuído uniformemente sobre a placa de petri, e a remoção da umidade ocorreu pela ação do ar condicionado, que promove a circulação de ar seco e a consequente evaporação da água presente no mel, que conduz o vapor para o exterior da sala (Villas Boas, 2012). O processo de desumidificação teve duração de 24 horas, sendo monitorado periodicamente por meio um refratômetro óptico, instrumento utilizado para aferir o teor de umidade e sólidos solúveis. A desumidificação foi considerada concluída quando o mel atingiu um teor de umidade entre 18% e 20% (Brasil, 2000).

Pasteurização

A pasteurização foi realizada em um banho maria digital, utilizando recipientes previamente higienizados e esterilizados, de material resistente a altas temperaturas. O processo consiste no aquecimento do mel até a temperatura de 65 °C, mensurado por meio de um termômetro alimentício. Ao atingir a temperatura, os recipientes serão imediatamente retirados, hermeticamente fechados e submetidos a resfriamento rápido, visando potencializar a eliminação de microrganismos (Villas Boas, 2012).

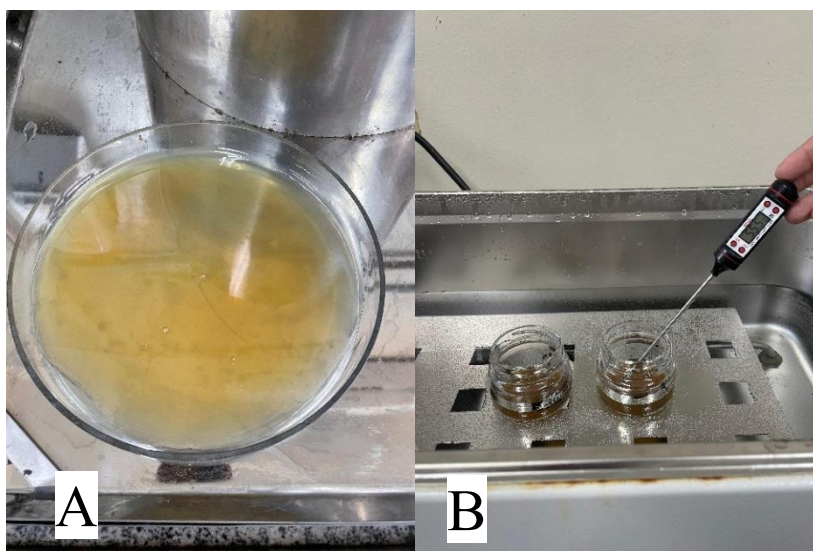


Figura 1 – Laboratório de apicultura e meliponicultura – A) placa de petri usada para o processo de desumidificação, B) processo de aquecimento do mel usado na pasteurização.

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para as análises físico-químicas, foram realizados testes de umidade, sólidos solúveis (Brix), acidez-livre, cinzas e coloração do mel, da amostra controle e dos dois tratamentos.

Umidade e Sólidos Solúveis

O processo foi monitorado com auxílio de um refratômetro óptico RZ120, segundo Icumsa (1994) e Instrução Normativa nº 11/2000 do MAPA (Brasil, 2000), instrumento empregado para a determinação do teor de sólidos solúveis (Brix) presentes no mel. Foram transferidas amostras de mel para o prisma do refratômetro, e em seguida, feito a leitura. Permitindo o acompanhamento preciso da umidade e Grau Brix.

Acidez livre

A determinação da acidez do mel foi conduzida conforme os procedimentos estabelecidos pela norma ABNT NBR 15714-6 (2020). Para a análise, 10g da amostra de mel foram transferidos para um béquer de 250 mL, sendo posteriormente adicionados 75 mL de água destilada e 10 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador. Em seguida, procedeu-se à titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, até o surgimento de coloração rosada persistente, indicando o ponto final da reação e permitindo a quantificação da acidez livre do mel.

Cinzas

A determinação do teor de cinzas foi determinado segundo a ABNT NBR 15714-3 (2020). Foi realizada por meio do processo de incineração das amostras de mel in natura, desumidificado e pasteurizado. Para isso, 5,0 g de cada amostra foram pesadas em cadinhos de porcelana previamente aquecidos, resfriados em dessecador até atingirem a temperatura ambiente e, posteriormente, submetidos à calcinação a 550 °C por um período de quatro horas. Após o resfriamento em dessecador, procedeu-se à nova pesagem dos cadinhos, obtendo-se, assim, o conteúdo de cinzas.

Coloração

A coloração foi avaliada por meio da Escala Pfund, de acordo com a legislação vigente, com classificação atribuída segundo o padrão NS Honey Color Scale.

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Para as análises microbiológicas, foram empregados microrganismos patogênicos padrão: a bactéria gram-positiva *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e a gram-negativa *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, fornecidas pelo laboratório de microbiologia. A avaliação da atividade antimicrobiana foi conduzida utilizando os métodos de difusão em disco e microdiluição em caldo, conforme recomendações do Clinical and Laboratory Standards Institute (2012).

Preparação e Padronização do Inóculo

Para a realização dos ensaios microbiológicos, as cepas bacterianas foram reativadas em caldo infusão de cérebro e coração (BHI) e incubadas a 36 °C por um período de 18 horas. Em seguida, procedeu-se à verificação da pureza e viabilidade das culturas em ágar BHI. A padronização do inóculo foi estabelecida por meio do ajuste da turbidez das suspensões bacterianas à escala 0,5 de McFarland, equivalente a uma concentração aproximada de $1,5 \times 10^8$ UFC/mL.

Método de Difusão em Discos

No método de difusão em disco, discos de papel filtro foram impregnados com amostras de mel que foram submetidas a diluições, com concentrações organizadas nos seguintes percentuais: 100%, 75%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%. Os discos foram dispostos sobre placas de ágar Mueller-Hinton previamente inoculadas e incubadas a 37 °C por um período de 24 horas. Após o tempo de incubação, procedeu-se à mensuração dos halos de inibição formados ao redor dos discos, a fim de avaliar a atividade antimicrobiana. Discos contendo Penicilina e Gentamicina foram empregados como controles positivos do ensaio.

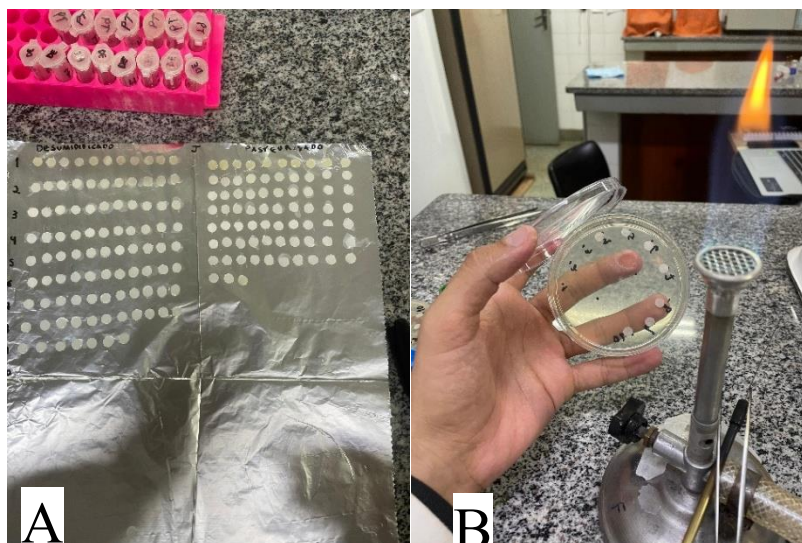


Figura 2 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Discos de papel filtro impregnados com mel, B) discos foram dispostos sobre placas de ágar Mueller-Hinton

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Método de Microdiluição em Caldo

O método de microdiluição em caldo foi empregado, alíquotas do mel, previamente preparadas nas diferentes diluições experimentais (100%, 75%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%), distribuídas em placas de microtitulação de 96 poços, juntamente com caldo BHI e o inóculo bacteriano padronizado. Foram incluídos controles específicos: positivo, contendo caldo e bactéria; negativo, contendo caldo e mel; e controle de esterilidade, contendo apenas o caldo. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas. Após esse período, os conteúdos de cada poço foram semeados em ágar BHI para a confirmação do crescimento bacteriano.

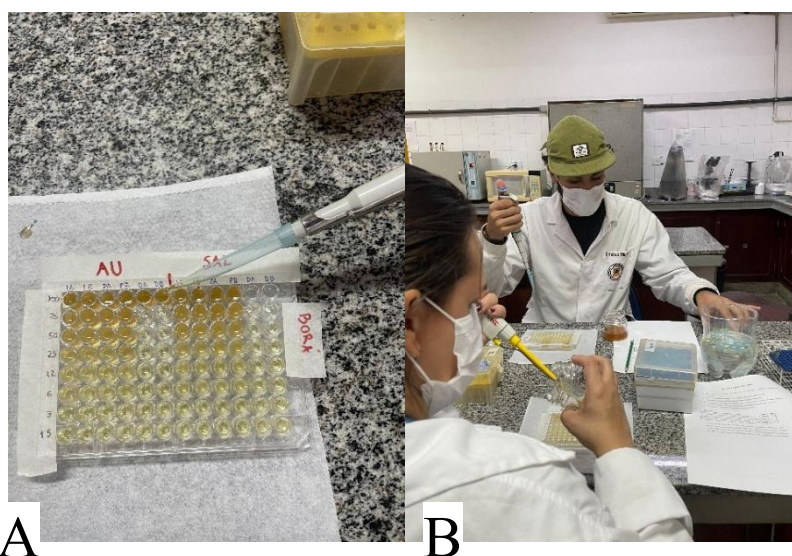


Figura 3 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Placa de microdiluição, B) Processo de pipetagem.

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

O presente trabalho foi realizado como forma de piloto, porém já apresentou resultados nas variações em suas características físico-químicas, além de resultados promissores na ação antimicrobiana nos diferentes tratamentos aplicados.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas do mel de abelha sem ferrão (*Tetragona clavipes*) submetido a diferentes tratamentos.

Tratamentos	Umidade	°Brix	Cor (mm Pfund)	Cinzas(%)	Acidez (meq/kg)
In natura	28,5	69,0	50	0,328	300
Desumidificado	18,0	80,0	55	9,740	300
Pasteurizado	26,5	71,5	50	8,479	265

A análise da umidade do mel in natura revelou um valor médio de 28,5%, superior ao limite máximo de 20% estipulado pela legislação brasileira para méis de *Apis mellifera* (Mapa, 2000). Considerado comum em méis produzidos por abelhas sem ferrão (Villas-Bôas, 2012).

O processo de desumidificação reduziu o teor de água presente no mel para 18%, já no tratamento de pasteurização, houve uma leve diminuição, atingindo uma média de 26,5% de umidade. Essa redução de umidade refletiu diretamente no aumento do teor de sólidos solúveis (°Brix), que variou de 69 no mel in natura para 80 após a desumidificação e 71,5 após a pasteurização, indicando uma maior concentração de açúcares e consequentemente o aprimoramento da estabilidade do produto.

A coloração apresentou variação entre 50 e 55 mm na escala Pfund, correspondendo a tonalidades de cor âmbar no mel in natura e um leve escurecimento após o processo de desumidificação (55 mm). Tal comportamento pode ser atribuído à concentração de sólidos solúveis.

O teor de cinzas oscilou entre 0,328 a 9,740g/100 g, o menor valor é correspondente ao mel in natura, relacionado a porcentagem de água presente. E o valor mais elevado, foi observado no mel desumidificado. Provavelmente relacionado à concentração de minerais em decorrência da diminuição de água durante o tratamento.

A acidez livre apresentou valores expressivamente maiores em todas as amostras analisadas, variando entre 265 e 300 meq/kg. Esses resultados superam de forma significativa aqueles observados por Batiston (2020), que relatou médias em torno de 112,87 meq/kg. Tal discrepância pode estar associada a fatores ambientais, especialmente à composição florística da região onde as abelhas coletam o néctar para a produção do mel, visto que a origem botânica e geográfica podem exercer influência sobre o perfil químico e ácido do produto final.

Atividade Antimicrobiana

No que se refere à atividade antimicrobiana, foi possível observar a formação de halos de inibição nos ensaios de difusão em ágar frente à cepa de *Staphylococcus aureus*, indicando sensibilidade bacteriana ao mel testado. Esse efeito, entretanto, foi evidenciado apenas nas amostras de mel in natura, não sendo observado nas amostras submetidas aos diferentes processos de beneficiamento. Tal resultado sugere que as etapas de manipulação e principalmente, o aquecimento envolvido nos tratamentos térmicos pode ter promovido a degradação ou volatilização de compostos bioativos termossensíveis, resultando na redução da atividade inibitória. Esses achados corroboram a hipótese de que o processamento pode alterar significativamente o perfil funcional do mel, impactando sua eficácia antimicrobiana, como observado por Faraz (2023).

Entretanto, nos ensaios de microdiluição, houve atividade antimicrobiana até a diluição de 25%, tal resultado sugere que os ensaios de microdiluição em caldo são mais eficientes para análises antimicrobianas com o mel. Diferentemente dos métodos de difusão em discos, o método de diluição em caldo permite análise quantitativa tanto da atividade bacteriostática quanto da atividade bactericida. A atividade bacteriostática é caracterizada pela Concentração Inibitória Mínima (CIM), definida como a menor concentração capaz de inibir o crescimento da bactéria testada, enquanto a atividade bactericida é caracterizada pela Concentração Bactericida Mínima (CBM), ou seja, a menor concentração necessária para eliminar uma determinada bactéria (Balouiri et al., 2016).

Tabela 2 – Resultados das análises antimicrobianas do mel de abelha sem ferrão (*Tetragona clavipes*) submetido a diferentes tratamentos

Tratamentos	TSA disco- difusão <i>Salmonella</i>	TSA disco- difusão <i>Staphylococcus</i>	TSA microdiluição <i>Salmonella</i>	TSA microdiluição <i>Staphylococcus</i>
In natura	0	2,25	50	25
Desumidificado	0	0	100	25
Pasteurizado	0	0	50	50

Evidenciando que o método de difusão em disco não é capaz de detectar adequadamente a atividade antibacteriana de compostos presentes no mel que possuem baixa capacidade de difusão na matriz de ágar (por exemplo, compostos de alto peso molecular). Consequentemente, os diâmetros das zonas de inibição do crescimento observados podem ser relativamente pequenos, pouco discriminatórios e não refletir necessariamente o efeito antimicrobiano real do mel (Balouiri et al., 2016).

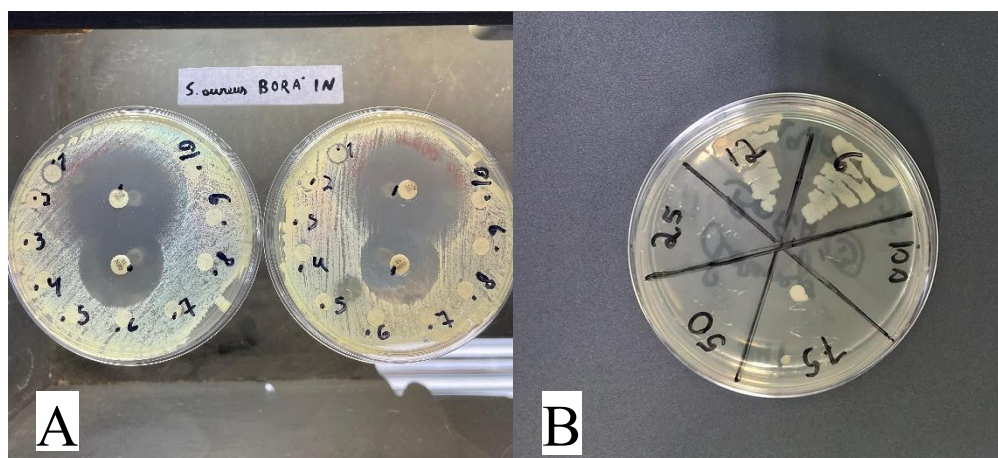


Figura 4 – Laboratório de microbiologia- Famez UFMS – A) Resultado da Placa de ágar Mueller-Hinton do tratamento de difusão em discos. B) Resultado da placa de ágar BHI do tratamento de microdiluição

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

O presente estudo salientou que os tratamentos aplicados ao mel de *Tetragona clavipes* induziram alterações significativas em suas propriedades físico-químicas e bioativas. Destacando sua expressiva atividade antimicrobiana.

Os resultados reforçam a necessidade de investigações adicionais sobre a diversidade de méis provenientes de distintas espécies de abelhas, suas características específicas e o potencial promissor de ação antimicrobiana.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que as técnicas de beneficiamento aplicadas ao mel de *Tetragona clavipes* promovem alterações significativas em suas características físico-químicas e bioativas. Observou-se que o mel in natura manteve maior atividade antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, sugerindo que a manipulação e o processamento térmico podem comprometer compostos bioativos voláteis e termossensíveis. Os resultados reforçam a necessidade de investigações adicionais sobre a diversidade de méis provenientes de distintas espécies de abelhas, suas características específicas e o potencial promissor de ação antimicrobiana.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA.CLARA.JABUR. **13 types of Brazilian honey (and why you should taste them)** | **Brazilian Farmers**. Disponível em: <<https://www.brazilianfarmers.com/discover/13-types-of-brazilian-honey-and-why-you-should-taste-them/>>. Acesso em: 22 out. 2025.

ANDRADE, Beatriz Beceveli et al. Mel de abelhas sem ferrão: uma revisão sobre parâmetros químicos, teor de compostos bioativos e suas propriedades terapêuticas. Research, Society and Development, v. 11, n. 16, p. e77111637618-e77111637618, 2022.

ÁVILA, Suelen et al. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. Food Research International, v. 123, p. 1-10, 2019.

BALOUIRI, Mounyr; SADIKI, Moulay; IBNSOUDA, Saad Koraichi. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. Journal of pharmaceutical analysis, v. 6, n. 2, p. 71-79, 2016.

BATISTON, Thaisa Francielle Toposlki Pavan et al. Physicochemical composition and antimicrobial potential of stingless honey: a food of differentiated quality. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p. e7099108223-e7099108223, 2020.

BRASIL. *Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002*. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação/Boas Práticas de Manipulação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. *Diário Oficial da União*, 25 out. 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de mel. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 out. 2000, Seção I, p. 16-17.

BORSATO, Débora. M.; ESMERINO, Luís. A.; FARAGO, Paulo. VITOR.; MIGUEL, Marilis. D.; MIGUEL Obdulio. G. Atividade antimicrobiana de méis produzidos por meliponíneos nativos do Paraná (Brasil). *B.CEPPA*. Curitiba, v. 31, n. 1, p. 57-66, jan./jun. 2013.

CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues de; OLIVEIRA, Karen Linelle de; BERTO, Maria Isabel. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 20, n. 00, p. e2016157, 2017.

CAROLINA FLUCK, Ana et al. Honey consumer's perception: are brazilian consumers familiar with stingless bee honey?. *Bioscience Journal*, v. 40, 2024.

CARVALHO-ZILSE, G.A.; Nunes-Silva, C. G.; Zilse, NSilva, A. C. Laray, J. P. B.; Freire, D. C. B.; Kerr, W. E. 2005. Criação de Abelhas sem Ferrão. Iniciativas Promissoras 2: Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis-ProVárzea/IBAMA. Brasília: Edições IBAMA, 27p.

CHUTTONG, Bajaree et al. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South east Asia (Thailand). *Food chemistry*, v. 192, p. 149-155, 2016.

CLSI (2012) Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Second Informational Supplement. CLSI Document M 100-S22. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne. - References - Scientific Research Publishing”, 2015).

CLSI (2012) Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Second Informational Supplement. CLSI Document M 100-S22. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne. - References - Scientific Research Publishing. Disponível em: <<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1617174>>. Acesso em: 22 out. 2025.

DA SILVA, Anderson Antonio Neto; DE FREITAS, Antônio Francisco. Stingless bee honey in Brazil: A review. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 7, p. e8214749285-e8214749285, 2025.

DUARTE, Raoni; SOUZA, Jairo; SOARES, Ademilson Espencer Egea. Nest architecture of *Tetragona clavipes* (Fabricius)(Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Sociobiology*, v. 63, n. 2, p. 813-818, 2016.

FARAZ, Ayesha et al. Effects of different processing methods on the antioxidant and antimicrobial properties of honey: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 58, n. 7, p. 3489-3501, 2023.

GONÇALVES, A. L. Filho, A. A., & Menezes, H. (2005). Atividade antimicrobiana do mel da abelha nativa sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). *Arq. Inst. Biol.*, 72(4), 455-459. Recuperado de http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v72_4/goncalves.PDF.

ICUMSA Method GS4-15 (1994) - ICUMSA. Disponível em: <<https://www.icumsa.org/methods/icumsa-method-gs4-15-1994/>>. Acesso em: 22 out. 2025.

LAMICHHANE, B. *et al.* Salmonellosis: an overview of epidemiology, pathogenesis, and antimicrobial resistance. *Frontiers in Microbiology*, [S. l.]: BioMed Central, 2024. Revisão.

LAVINAS, Flavia C. et al. Discriminant analysis of Brazilian stingless bee honey reveals an iron-based biogeographical origin. *Foods*, v. 12, n. 1, p. 180, 2023.

MAGALHÃES, T. L. VENTURIERI, G. C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no nordeste paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 36 p. (Documentos Embrapa, 364).

MAVRIC, E.; WITTMANN, S.; BARTH, G.; HENLE, T. Identification and quantification of methylglyoxal as the dominant antibacterial constituent of manuka (*Leptospermum scoparium*) honeys from New Zealand. *Mol Nutr Foods Res.*, v. 52, p. 483–489, 2008.

MOGES, M. *et al.* Antibiotic resistance patterns of *Staphylococcus aureus* and *Enterobacteriaceae* isolated from street foods in selected towns of Ethiopia. *BMC Infectious Diseases*, [S. l.]: BioMed Central, v. 24, p. 1–10, 2024.

MOLAN, P.C.; SMITH, I.M.; REID, G.M. A comparison of the antibacterial activity of some New Zealand honeys. *Journal of Apicultural Research*, v. 27, p. 252-256, 1988.

NAVAEI-ALIPOUR, Narges *et al.* The effects of honey on pro-and anti-inflammatory cytokines: A narrative review. *Phytotherapy Research*, v. 35, n. 7, p. 3690-3701, 2021.

NISHIO, E. K. *et al.* Antibacterial synergic effect of honey from two stingless bees: *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836, and *S. postica* Latreille, 1807. *Scientific reports*, v. 6, n. 1, p. 21641, 2016.

NOGUEIRA D.S, OLIVEIRA F.F, OLIVEIRA M.L. Revision of the *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) species-group (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Zootaxa*, n.5119, p. 1-64, 2022 DOI 10.11646/zootaxa.5119.1.1.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. v. 34. E-book. Disponível em: http://www.acaic.com.br/site/pdf/livro_pnn.pdf.

NORDIN, A. *et al.* Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 73, p. 91–102, 2018.

PEDRO, S. R. M. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, v.61, n.4, p. 348–354. 2014.

PONTIS, Jonierison Alves et al. Color, phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity of honey from Roraima, Brazil. *Food Science and Technology*, v. 34, p. 69-73, 2014.

POSEY, D.A. Etnoentomologia de tribos indígenas da Amazônia. In: RIBEIRO, D. (Ed.) *Suma etnológica brasileira*. 2.ed Petrópolis: FINEP/Vozes, 1987. p. 251-271.

RAHMANI, Arshad Husain; BABIKER, Ali Yousif. Review on role of honey in disease prevention and treatment through modulation of biological activities. *Open Life Sciences*, v. 20, n. 1, p. 20251069, 2025.

RODRIGUES, A. S. Etnoconhecimento sobre abelhas sem ferrão: saberes e práticas dos índios guarani Mbyá na Mata Atlântica. 2005, 253 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ROÓS, Pábelo Ben et al. Avaliação de parâmetros físico-químicos e da atividade antimicrobiana in vitro de méis de jataí (*Tetragonisca angustula*) provenientes do Rio Grande do Sul. *Perspectiva*, v. 42, n. 159, p. 97-107, 2018.

ROUBIK, D. W. Stingless bee (Apidae: Apinae: Meliponini) ecology. *Annual review of entomology*, v. 68, p. 231-56. 2023.

SANTOS, A. dos L.; SANTOS, D. O. FREITAS, C. C.; FERREIRA, B. L. A.; AFONSO, I. F.; RODRIGUES, C. R.; CASTRO, H.C. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, Rio de Janeiro, v.43, n.6, 2007.

SOUZA, B. A. et al. Munduri (*Meliponaaasilvai*): a abelha sestrosa. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, Brasil, 2009a. 46 p. (Série meliponicultura n.07).

TARGET ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. ABNT NBR 15714-3 NBR 15714-3 Apicultura - Mel Parte 3: Determinação de. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/41141/nbr15714-3-apicultura-melparte-3-determinacao-de-cinzas>>. Acesso em: 22 out. 2025.

VILLAS-BÔAS, J. Aproveitamento integral dos produtos das abelhas nativas sem ferrão. 2. ed. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2018.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.

WOLOWSKI, M. et al. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. São Carlos: Editora Cubo, 2019. 184 p. Disponível em: <http://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>.