

Propriedades funcionais do mel e pólen de abelhas nativas sem ferrão: Uma revisão sobre seus efeitos neuroprotetores, antioxidantes e anti-inflamatórios

Functional properties of stingless bee honey and pollen: A review of their neuroprotective, antioxidant, and anti-inflammatory effects

Propiedades funcionales de la miel y el polen de abejas nativas sin aguijón: Una revisión sobre sus efectos neuroprotectores, antioxidantes y antiinflamatorios

Recebido: 02/07/2025 | Revisado: 08/07/2025 | Aceitado: 08/07/2025 | Publicado: 09/07/2025

Flavia Maria Vasques Farinazzi-Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9597-1931>

Faculdade de Tecnologia de Marília, Brasil

E-mail: flavia.machado2@fatec.sp.gov.br

Giovana Silva Camucha

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6246-1099>

Faculdade de Tecnologia de Marília, Brasil

E-mail: giovana.camucha@fatec.sp.gov.br

Renata Bonini Pardo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2370-9894>

Faculdade de Tecnologia de Marília, Brasil

E-mail: rbpardoc@gmail.com

Resumo

As doenças neurodegenerativas são as principais causa de demência em idosos, correspondendo até 70% dos casos. Com o envelhecimento global, o número de pessoas com demência, deve triplicar até 2050. Estas doenças provocam perdas de memória episódica, evoluindo para deterioração cognitiva e motora, resultando na necessidade de cuidados intensivos. O estresse oxidativo, causado pelo desequilíbrio na produção e eliminação de radicais livres, contribui para a neurodegeneração. Este estudo objetiva revisar a literatura sobre os compostos antioxidantes presentes no mel e pólen de abelhas nativas sem ferrão e seus potenciais efeitos neuroprotetores em doenças neurodegenerativas. Para isso a metodologia incluiu uma revisão da literatura em bases de dados como *Scielo*, *Google Acadêmico* e *Pubmed*, priorizando artigos em inglês e português. Artigos publicados evidenciaram que o consumo regular do mel e pólen das abelhas nativas sem ferrão pode trazer benefícios de longo prazo para a saúde cerebral, posicionando-os como agentes promissores na prevenção de condições neurodegenerativas. Conclui-se, portanto, que o mel e o pólen de abelhas nativas sem ferrão despontam como fontes naturais promissoras de compostos antioxidantes com potencial neuroprotetor, reforçando a necessidade de investigações aprofundadas sobre seu papel na prevenção e no retardo da progressão de doenças neurodegenerativas.

Palavras-chave: Doenças neurodegenerativas; Radicais livres; Meliponíneas; Prevenção.

Abstract

Neurodegenerative diseases are the leading cause of dementia in the elderly, accounting for up to 70% of cases. With global population aging, the number of people affected by dementia is expected to triple by 2050. These diseases lead to episodic memory loss, progressing to cognitive and motor impairment, ultimately requiring intensive care. Oxidative stress, resulting from an imbalance between the production and elimination of free radicals, plays a key role in neurodegeneration. This study aims to review the literature on the antioxidant compounds present in stingless bee honey and pollen and their potential neuroprotective effects in neurodegenerative diseases. A literature review was conducted using databases such as *Scielo*, *Google Scholar*, and *PubMed*, prioritizing articles published in English and Portuguese. The reviewed studies suggest that the regular consumption of honey and pollen from stingless bees may provide long-term benefits for brain health, highlighting their potential role in the prevention of neurodegenerative conditions. It is therefore concluded that honey and pollen from stingless native bees emerge as promising natural sources of antioxidant compounds with neuroprotective potential, reinforcing the need for further research into their role in the prevention and delay of neurodegenerative disease progression.

Keywords: Neurodegenerative disease; Free radicals; Meliponines; Prevention.

Resumen

Las enfermedades neurodegenerativas son la principal causa de demencia en personas mayores, representando hasta el 70% de los casos. Con el envejecimiento global, se estima que el número de personas con demencia se triplicará para el año 2050. Estas enfermedades provocan pérdida de memoria episódica, avanzando hacia un deterioro cognitivo y motor que requiere cuidados intensivos. El estrés oxidativo, causado por el desequilibrio entre la producción y la eliminación de radicales libres, desempeña un papel fundamental en la neurodegeneración. Este estudio tiene como objetivo revisar la literatura sobre los compuestos antioxidantes presentes en la miel y el polen de abejas nativas sin aguijón y sus posibles efectos neuroprotectores en enfermedades neurodegenerativas. Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como Scielo, Google Académico y PubMed, priorizando artículos publicados en inglés y portugués. Los estudios revisados sugieren que el consumo regular de miel y polen de abejas nativas sin aguijón puede proporcionar beneficios a largo plazo para la salud cerebral, destacando su potencial en la prevención de enfermedades neurodegenerativas. Se concluye, por tanto, que la miel y el polen de abejas nativas sin aguijón se perfilan como fuentes naturales prometedoras de compuestos antioxidantes con potencial neuroprotector, lo que refuerza la necesidad de investigaciones más profundas sobre su papel en la prevención y el retraso de la progresión de enfermedades neurodegenerativas.

Palabras clave: Enfermedades neurodegenerativas; Radicales libres; Meliponinos; Prevención.

1. Introdução

O envelhecimento populacional tem levado ao aumento da incidência de doenças crônicas e neurodegenerativas, com aproximadamente 50 milhões de casos de demência registrados mundialmente (Gauthier, 2021). Esse número tende a crescer exponencialmente, à medida que a expectativa de vida aumenta e o envelhecimento populacional se torna um fenômeno mundial (Hampel *et al.*, 2018).

A neuroinflamação, embora inicialmente tenha função protetora, quando crônica, contribui para lesões neuronais e déficits neurológicos, de acordo com Barichello (2011). O cérebro, devido ao seu elevado consumo de oxigênio, é altamente suscetível ao estresse oxidativo, resultando em perda funcional e estrutural associada a doenças como Alzheimer, Parkinson, Esclerose Lateral Amiotrófica, Doença de Huntington (DH) e Depressão, que são as mais frequentes na população (Bradford, 2016).

O estresse oxidativo, caracterizado pelo desequilíbrio entre produção e eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROs), prejudica sistemas celulares vitais (Pizzino *et al.*, 2017). A geração de radicais livres é intensificada por fatores internos e externos, como metabolismo mitocondrial, tabagismo e exposição a poluentes (Kumar; Pandey, 2015; Guan; Lan, 2018). A defesa contra esses processos envolve antioxidantes endógenos, como superóxido dismutase e catalase, e antioxidantes exógenos, incluindo carotenoides, compostos fenólicos e vitaminas (Vasconcelos, 2014; He *et al.*, 2017).

Méis de abelhas nativas sem ferrão (ANSF) são fontes de compostos antioxidantes, como flavonoides, ácidos fenólicos, tocoferol e ácido ascórbico (Rao *et al.*, 2016; Cinciosi *et al.*, 2018; Kwon *et al.*, 2019). De forma semelhante, o pólen dessas abelhas contém bioativos relevantes, como ácido cafeico, ácido ferúlico e kaempferol (Sattler *et al.*, 2015; Lopes *et al.*, 2019; Othman *et al.*, 2020). Diante disso, este estudo objetiva revisar a literatura sobre os compostos antioxidantes presentes no mel e pólen de abelhas nativas sem ferrão e seus potenciais efeitos neuroprotectores em doenças neurodegenerativas.

2. Metodologia

Este estudo configura-se como uma revisão narrativa da literatura (Casarin *et al.*, 2020; Rother, 2009) de natureza qualitativa (Pereira *et al.*, 2018; Gil, 2017) e, com o objetivo de reunir e analisar criticamente informações científicas sobre o potencial antioxidante, neuroprotetor e anti-inflamatório do mel e pólen de abelhas nativas sem ferrão.

2.1 Estratégia de busca

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados *SciELO*, *PubMed* e *Google Acadêmico*. Foram utilizadas combinações das seguintes palavras-chave: “antioxidantes”, “mel de abelhas nativas sem ferrão”, “pólen”, “samburá”, “alimentos fonte”, “radicais livres”, “neurodegenerativo”, “neuroprotetor” e “anti-inflamatório”. As palavras-chave foram combinadas utilizando operadores booleanos ("AND", "OR") para refinar os resultados.

2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos artigos científicos que atenderam aos seguintes critérios: estudos que abordassem propriedades antioxidantes, neuroprotetoras ou anti-inflamatórias do mel e/ou pólen de abelhas nativas sem ferrão; publicações nos idiomas português ou inglês; artigos publicados nos últimos cinco anos (2019–2024); estudos originais, revisões de literatura, e relatos experimentais *in vitro* ou *in vivo*. Foram excluídos: artigos de opinião, editoriais, resumos de congresso e capítulos de livros; estudos que abordassem exclusivamente produtos de *Apis mellifera* sem relação com espécies nativas.

2.3 Processo de seleção

A seleção dos estudos foi realizada em três etapas: (i) leitura dos títulos e resumos, (ii) leitura do texto completo dos artigos pré-selecionados e (iii) avaliação crítica dos conteúdos para verificar a aderência ao tema central da revisão. A prioridade foi dada aos estudos que exploraram a relação entre antioxidantes presentes no mel e no pólen com mecanismos de proteção cerebral contra estresse oxidativo e processos neurodegenerativos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Aspectos químicos e bioativos do mel e pólen de abelhas nativas sem ferrão

As características físico-químicas dos méis de ANSF ainda são menos conhecidas que o mel de *A. mellifera*. Sabe-se, no entanto, que a composição do mel é muito variável, sendo influenciada por diversos fatores, como estágio de maturação, espécie de abelha, condições climáticas, região geográfica e origem, incluindo essencialmente o néctar das espécies vegetais visitadas pelas abelhas (Villas-Bôas, 2012; Anacleto *et al.*, 2009; Silva, Queiroz & Figueirêdo, 2004). Apresentando teores de umidade mais elevados em comparação ao mel de *Apis mellifera* e um sabor levemente ácido, com valores também superiores quando comparados ao mel da abelha africanizada (*A. mellifera*), a acidez do mel de abelhas nativas é atribuída à variação nos ácidos orgânicos provenientes das diferentes fontes de néctar, à ação da enzima glicose-oxidase, responsável pela formação de ácido glucônico, e à concentração de minerais presentes na matriz do mel (Oliveira e Santos, 2011).

De acordo com Rao *et al.* (2016), o mel é composto principalmente por água e monossacarídeos, com destaque para a frutose e a glicose, além de conter, em concentrações menores, mais de 200 substâncias bioativas, entre as quais se incluem proteínas, enzimas, minerais, aminoácidos, ácidos orgânicos, lipídios, vitaminas, ácidos fenólicos, flavonoides e carotenoides. A concentração e o perfil de compostos fenólicos, assim como o teor total de flavonoides em diferentes tipos de mel, são influenciados pela origem floral, por fatores sazonais e pela espécie de abelha responsável pela sua produção (Ávila *et al.*, 2018).

De acordo com a literatura científica, os compostos fenólicos comumente identificados no mel de abelhas nativas incluem ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido cumárico, ácido hidroxicinâmico, ácido elágico e ácido cafeico) e flavonoides (naringenina, luteolina, taxifolina, quercetina, catequina, epicatequina, aglignonas e apigenina) (Ávila *et al.*, 2018; Hochheim *et al.*, 2019; Cisilotto *et al.*, 2018).

Assim como o mel, o pólen fermentado de abelhas nativas, chamado de samburá ou saburá (na Amazônia ou no Nordeste) e samora (nos estados do Centro Sul e Sudeste) apresenta em sua composição, além de teores expressivos de

proteínas totais (15,7% a 23,8%) (Souza *et al.*, 2004), quantidades variáveis e significativas de compostos fenólicos e flavonóides, dependentes, em especial, da origem floral do pólen coletado (Duan *et al.*, 2019; Denisow, Denisow-Pietrzyk, 2016; Zhou *et al.* 2015) e, por consequência, alta capacidade antioxidante (Lopes *et al.*, 2020).

Ensaio científicos têm demonstrado a presença de flavonoides como rutina, quercetina, isoquercitina, naringenina, tricetina, kaempferol, luteolina, miricetina, dihidromiricetina, isoramenetina A, 8-metoxiherbacetina nos grãos de pólen fermentado de diferentes espécies de abelhas nativas sem ferrão (Lins *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2014). Ainda, os flavonoides glicosilados afzelina, cirsiolol, tilirosídeo e hydroxyssaffor yellow foram reportados pela primeira vez em pólen de *Melipona fasciculata* Smith, em estudo de Abreu (2016).

3.2 Atividade antioxidante: bases moleculares e evidências experimentais

Compostos antioxidantes destacam-se por sua relevância na neutralização de espécies reativas de oxigênio (EROs), contribuindo para a prevenção do estresse oxidativo e, consequentemente, dos danos ao DNA. Ressalta-se que o cérebro é particularmente vulnerável ao estresse oxidativo devido à sua elevada taxa de consumo de oxigênio (Azman *et al.*, 2016).

O mel é amplamente reconhecido como uma fonte natural de antioxidantes, sendo sua capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio atribuída à diversidade de compostos bioativos presentes em sua composição (Erejuwa *et al.*, 2012). A atividade antioxidante do mel está diretamente relacionada à origem do néctar coletado pelas abelhas (De Oliveira *et al.*, 2017), uma vez que os metabólitos bioativos produzidos pelas plantas são transferidos para o mel durante a coleta (Guerrini *et al.*, 2009). O perfil e a concentração desses compostos variam em função da espécie vegetal fornecedora do néctar, bem como das condições climáticas e geográficas.

Nesse contexto, estudos indicam que o mel de abelhas nativas sem ferrão (ANSF) apresenta maiores concentrações de compostos antioxidantes em comparação ao mel de *Apis mellifera* (Nweze *et al.*, 2017; Ranneh *et al.*, 2018). A identificação desses compostos tem sido realizada, principalmente, por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massa, enquanto a atividade antioxidante é comumente avaliada por ensaios *in vitro*, como DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) e FRAP (análise do poder redutor férrico) (Da Silva *et al.*, 2013; Biluca *et al.*, 2017).

Amostras de méis de diferentes espécies de abelhas nativas no Peru, entre as quais, *Ptilotrigona lúrida*, *S. polystica*, *Tetragonisca angustul*, e *Nannotrigona melanocera* apresentaram atividade antioxidante variável ($205,7 \pm 11,3$ μ moles TE/100 g a $569,6 \pm 7,3$ μ moles TE/100 g), determinada pelo método ABTS, em estudo de Rodríguez-Malaver *et al.* (2009).

Oliveira *et al.* (2012) evidenciaram o potencial antioxidante de méis de abelhas sem ferrão do Pará, ao identificarem variações na atividade antioxidante — medida pelo método DPPH — e na composição fenólica entre amostras de *Melipona flavolineata* e *Melipona fasciculata*. A análise por Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) revelou quercetina e ácido gálico como principais compostos, ambos reconhecidos por sua forte ação antioxidante. Nweze *et al.* (2017) utilizaram o método FRAP para identificar a capacidade antioxidante de amostras de mel das espécies *Melipona* sp. ($426,93 \pm 11,55$ μ mol Fe (II) /100 g) e *Hypotrigona* sp. ($666,88 \pm 1,73$ μ mol Fe (II) /100 g) provenientes de Nsukka, Nigéria.

Em estudo de Cheng *et al.* (2023), a administração de mel da espécie *Heterotrigona itama* e seu extrato fenólico concentrado promoveu melhora nas defesas antioxidantes sistêmicas e nos marcadores de estresse oxidativo em ratos diabéticos induzidos por dieta hiperlipídica, sem comprometer as funções hepática e renal.

Extratos etanólicos de amostras de pólen coletados pelas espécies *Melipona fasciculata* e *Scaptotrigona affinis postica* apresentaram atividade antioxidante expressiva quantificada por DPPH em estudo de Abreu *et al.* (2016) (variação de $70,73 \pm 0,01$ a $398,74 \pm 1,34$ μ g/mL) e de Lopes *et al.* (2020) ($273,08 \pm 1,43$ μ g/mL), respectivamente. Em estudo de Perusso (2022),

amostras liofilizadas de samburá coletado pela espécie *Scaptotrigona* spp. também apresentaram potencial antioxidante, de 2.139,66 μmol de Trolox equivalente/g, quantificada pelo método ABTS.

Assim como os méis de abelhas nativas, o pólen também apresenta potencial antioxidante variável, influenciado pela composição fenólica, que por sua vez depende de fatores como clima, origem geográfica, flora disponível e espécie de abelha coletora.

3.3 Atividade anti-inflamatória: mecanismos e efeitos farmacológicos

A interleucina-6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral α (TNF- α) são marcadores amplamente utilizados para avaliação de processos inflamatórios. Níveis elevados desses dois marcadores geralmente indicam que o tecido analisado está passando por um processo inflamatório (Kalantari *et al.*, 2016).

Em estudo de Muhammad Abdul Kadar *et al.* (2022), a suplementação com mel de abelhas sem ferrão, coletado de uma aldeia localizada no distrito de Gombak, Selangor, na Malásia, reduziu os níveis de TNF- α e IL-6 no cérebro de ratos *Wistar* induzidos à síndrome metabólica pela administração de uma bebida com alto teor de frutose. A expressão dos marcadores NF- κ B subunidade p 65 e proteína quinase ativada por mitógeno – via p 38 (p 38 MAPK) também foi reduzida em estudo de Ranneh *et al.* (2019), quando ratos machos da linhagem *Sprague Dawley* induzidos à inflamação crônica de baixo grau, foram alimentados com mel de abelhas nativas sem ferrão, da espécie *Trigona*, também da Malásia, durante trinta dias. Segundo os autores do estudo, a expressão desses marcadores está envolvida com maior ativação de processos inflamatórios, aumento do estresse oxidativo e possíveis danos teciduais.

O mel de *Melipona beecheii* demonstrou atividade anti-inflamatória *in vitro* significativa em estudo de Ruiz-Ruiz *et al.* (2017), evidenciada pela inibição da desnaturação da albumina, estabilização de membranas celulares e inibição da ação de proteinases. A capacidade de inibir a desnaturação de proteínas é um indicativo importante de potencial anti-inflamatório, uma vez que a desnaturação proteica em tecidos é um marcador comum em doenças inflamatórias (Angel *et al.*, 2013).

As isoformas da cicloxigenase (COX) são variantes da enzima cicloxigenase, que desempenham um papel fundamental na síntese de prostaglandinas — moléculas envolvidas na inflamação, dor, febre e outras funções fisiológicas (Rouzer, Marnett, 2009). Em estudo de Lopes *et al.* (2020), o extrato de pólen da espécie *Tetragonula biroi* apresentou atividade inibitória contra ambas as isoformas da cicloxigenase (COX-1 e COX-2), sendo observada elevada inibição com a dose de 50 $\mu\text{g/mL}$, resultando em 96% de inibição da COX-2 e 86% da COX-1, respectivamente. De forma semelhante, Maruyama *et al.* (2010) e Lee (2019) também demonstram que o efeito anti-inflamatório do pólen de abelhas nativas, coletados do território espanhol e a Coréia do Sul, respectivamente, se deve à inibição do marcador de COX-2.

Pesquisadores associam a diversidade de compostos fenólicos presentes em méis e pólen fermentado de abelhas nativas sem ferrão — especialmente em função da espécie de abelha e da origem geográfica — às propriedades anti-inflamatórias observadas em estudos científicos. Dentre esses compostos, destacam-se o ácido p-cumárico, a aromadendrina, o ácido salicílico, o ácido síringico e a taxifolina, entre outros, que podem atuar de forma isolada ou sinérgica na modulação de processos inflamatórios (Biluca *et al.* (2020).

3.4 Potencial neuroprotetor: efeitos sobre o sistema nervoso central

Diversos estudos têm demonstrado os efeitos benéficos de compostos fenólicos e flavonoides na atenuação do estresse oxidativo em células e tecidos neurais, evidenciando sua atividade neuroprotetora por meio do controle da neuroinflamação, apoptose e morte neuronal. Considerando a elevada concentração desses compostos no mel e no pólen de abelhas nativas sem ferrão, esses produtos têm sido positivamente associados a potenciais efeitos protetores sobre o sistema nervoso central (Zulkifli *et al.*, 2023).

Em modelos animais, a administração do mel da espécie nativa *Mimosa quadrivalvis* L. resultou em capacidade antioxidante significativamente aumentada no cérebro de ratos obesos, demonstrando ainda redução dos níveis de peroxidação lipídica neste órgão. O estudo demonstrou também que o cérebro dos animais tratados apresentou níveis elevados de catequina, procianidinas B1 e B2, flavonoides totais, ácido gálico e ácido hidroxibenzoico, além de compostos fenólicos totais (Bezerra *et al.*, 2025). Ainda neste estudo, os autores observaram que os ratos do grupo obeso tratados com mel de *M. quadrivalvis* L não apresentaram hiperemia e mostraram poucos neurônios com picnose nuclear, uma condição irreversível de morte celular por apoptose, quando comparados aos ratos do grupo controle.

Em outro estudo a suplementação em modelos experimentais com mel da mesma espécie descrita acima (*Mimosa quadrivalvis* L.) atenuou processos neuroinflamatórios, com redução da expressão do fator nuclear kappa B (NF-κB) no cérebro e da proteína C reativa sérica, além de apresentar efeitos ansiolíticos e antidepressivos, atribuídos à ação dos compostos fenólicos presentes (Bezerra *et al.*, 2023).

Em estudo de Muhammad Abdul Kadar *et al.* (2022) a administração de mel de abelhas *Heterotrigona itama* (na dosagem de 1 g/kg de peso corporal) em ratos com síndrome metabólica induzida reduziu a expressão cerebral do fator de necrose tumoral alfa (TNF-α) e aumentou os níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro, essencial para a memória e o aprendizado. Outro estudo relatou que a suplementação a curto e a longo prazo com mel de abelhas nativas, em doses de 230 mg/kg de peso corporal, em ratos machos *Wistar*, provocou redução significativa no número de células neuronais degeneradas no hipocampo, atuando como um mecanismo de defesa contra o estresse oxidativo, e melhorando o desempenho da memória dos animais (Oyefuga *et al.*, 2012).

Estudos feitos por Mustafa *et al.* (2019), sugeriram que a suplementação de mel de abelhas sem ferrão em camundongos albinos suíços promoveu melhora aguda (após setes dias de administração) expressiva da memória nos animais, a partir da suplementação diária com altas doses de mel (2000 mg/kg), equivalentes a uma dose humana de 162 mg/kg. Esses estudos apoiam o mel de abelha sem ferrão como um potencial antidepressivo, uma vez que a depressão também está relacionada ao estresse oxidativo no cérebro (Lindqvist *et al.*, 2017).

De acordo com Zakaria *et al.* (2022), observou-se evidências em estudo científicos que o mel de abelhas nativas por conter aminoácidos essenciais como a fenilalanina, precursora de neurotransmissores importantes como a dopamina e a noradrenalina (NA), cuja deficiência está associada à depressão, podem estar envolvidos não apenas na regulação do humor, mas também na redução da neuroinflamação e no estímulo à produção de fatores neurotróficos, como o BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro), que promovem a neurogênese e a plasticidade sináptica. Segundo os estudos compilados por esses autores, o consumo de mel de abelhas nativas pode restabelecer os níveis de neurotransmissores e de BDNF, contribuindo para a melhoria de sintomas depressivos como anedonia, apatia e alterações cognitivas.

4. Considerações Finais

Os estudos revisados apontam de forma consistente que o mel e o pólen de abelhas nativas sem ferrão representam fontes naturais ricas em compostos bioativos com potencial efeito neuroprotetor. Destacam-se, entre esses compostos, os flavonoides, os ácidos fenólicos e os aminoácidos essenciais, como a fenilalanina — precursora de neurotransmissores chave na regulação do humor e da função cerebral. Os efeitos benéficos observados decorrem, em grande parte, da ação antioxidante, capaz de neutralizar espécies reativas de oxigênio e reduzir danos oxidativos ao tecido neural, e ainda significativa atividade anti-inflamatória, que modula a expressão de citocinas pró-inflamatórias e atenua a neuroinflamação associada a processos neurodegenerativos e transtornos psiquiátricos, como a depressão.

Modelos experimentais indicam que a suplementação com produtos de abelhas nativas sem ferrão melhora o desempenho da memória, reduz a apoptose neuronal e estimula a neurogênese. Assim, os dados disponíveis reforçam o papel

promissor do mel e do pólen dessas abelhas como agentes nutracêuticos complementares, tanto na prevenção quanto no manejo adjuvante de disfunções neurológicas e psiquiátricas. Ressalta-se, contudo, a importância da realização de ensaios clínicos em humanos para consolidar a aplicabilidade terapêutica desses produtos de forma segura e eficaz.

Referências

- Abreu, B. V. B. (2016). *Bioprospecção de pólen de Melipona fasciculata SMITH* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Maranhão]. Universidade Federal do Maranhão.
- Al-Hatamleh, M. A. I., Ahmad, S., Shukor, N. A., Khazim, N., Abdul-Rahman, N. S., Fathil, S. M., & Hasan, H. (2020). Antioxidant-based medicinal properties of stingless bee products: Recent progress and future directions. *Biomolecules*, 10(6), 923. <https://doi.org/10.3390/biom10060923>
- Anacleto, D. A., Marchini, L. C., Moreti, A. C. C. C., Otsuk, I. P., & Silva, R. A. N. (2009). Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(3), 535–541. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000300008>
- Ávila, S., Miguel, M. G., Oliveira, R. C., Rosado, C., & Figueiredo, A. C. (2018). Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.006>
- Azman, K. F., Zakaria, R., Abd Aziz, C. B., & Othman, Z. (2016). Tualang honey attenuates noise stress-induced memory deficits in aged rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016(1), 1549158. <https://doi.org/10.1155/2016/1549158>
- Barichello, T., Martins, M. R., Reinke, A., Feier, G., Ritter, C., Quevedo, J., & Dal-Pizzol, F. (2006). Oxidative variables in the rat brain after sepsis induced by cecal ligation and perforation. *Critical Care Medicine*, 34, 886–889. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000206109.25118.5C>
- Bezerra, M. L. R., Pereira, S. M. S., da Silva, R. P., Feitosa, C. M., & Almeida, R. N. (2023). Malícia honey (*Mimosa quadrivalvis* L.) produced by the jandaíra bee (*Melipona subnitida* D.) improves depressive-like behaviour, somatic, biochemical and inflammatory parameters of obese rats. *Food Research International*, 164, 112391. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112391>
- Bezerra, M. L. R., Pereira, S. M. S., da Silva, R. P., Feitosa, C. M., & Almeida, R. N. (2025). Malícia honey (*Mimosa quadrivalvis* L.) produced by the jandaíra bee (*Melipona subnitida* D.) shows antioxidant activity via phenolic compound action in obese rats. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1524642. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1524642>
- Biluca, F. C., Braghini, F., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2017). Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (Meliponinae). *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.07.003>
- Biluca, F. C., Braghini, F., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2020). Investigation of phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory activities in stingless bee honey (Meliponinae). *Food Research International*, 129, 108756. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108756>
- Bradford, R., Amaral, T. F., & Cesar, R. (2016). Frutos gordos neurodegenerescência. *Acta Portuguesa de Nutrição*, 6, 38–41.
- Casarin, S. T., Sehnem, G. D., Neutzing, A. S., & Rosa, L. M. (2020). Tipos de revisão de literatura: Considerações das editoras do *Journal of Nursing and Health*. *Journal of Nursing and Health*, 10(5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>
- Cheng, M. Z. S. Z., Ahmad, S., Khalid, K., Ismail, N., Latif, M. A., & Al-Hatamleh, M. A. I. (2023). Stingless bee (*Heterotrigona itama*) honey and its phenolic-rich extract ameliorate oxidant-antioxidant balance via KEAP1-NRF2 signalling pathway. *Nutrients*, 15(13), 2835. <https://doi.org/10.3390/nu15132835>
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Gasparini, M., Reboredo-Rodríguez, P., Manna, P. P., Zhang, J., & Giampieri, F. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules*, 23(9), 2322. <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>
- Cisilotto, J., Spanevello, R. A., Mello, J. R. B., Fachinetto, R., & Felipe, K. B. (2018). Cytotoxicity mechanisms in melanoma cells and UPLC-QTOF/MS² chemical characterization of two Brazilian stingless bee propolis: Uncommon presence of piperidinic alkaloids. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 149, 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.11.070>
- De Oliveira, R. G., dos Santos, F. M., Lima, M. A. M., Ferreira, S. L. C., & dos Santos, W. N. L. (2017). Screening for quality indicators and phenolic compounds of biotechnological interest in honey samples from six species of stingless bees (Hymenoptera: Apidae). *Food Science and Technology*, 37(4), 552–557. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.24016>
- Denisow, B., & Denisow-Pietrzyk, M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13), 4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7752>
- Duan, H., Liu, G., Hu, Y., Chen, J., Liu, Y., Wang, H., & Li, J. (2019). Quality evaluation of bee pollens by chromatographic fingerprint and simultaneous determination of its major bioactive components. *Food and Chemical Toxicology*, 134, 110831. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110831>
- Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A., & Ab Wahab, M. S. (2012). Honey: A novel antioxidant. *Molecules*, 17(4), 4400–4423. <https://doi.org/10.3390/molecules17044400>
- Gauthier, S., Rosa-Neto, P., Morais, J. A., & Cummings, J. (2021). *World Alzheimer Report 2021: Journey through the diagnosis of dementia* (313 p.). Alzheimer's Disease International. <https://www.alzint.org>
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa* (6ª ed.). Atlas.

- Godarzi, S. M., Aghazadeh, S., & Rashidi, M. (2020). Antioxidant effect of p-coumaric acid on interleukin-1 β and tumor necrosis factor- α in rats with renal ischemia reperfusion. *Nefrologia (English Edition)*, 40(3), 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.nefroec.2019.07.007>
- Guan, G., & Lan, S. (2018). Implications of antioxidant systems in inflammatory bowel disease. *BioMed Research International*, 2018, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2018/1290178>
- Guerrini, A., Sacchetti, G., Rossi, D., Paganetto, G., Grandini, A., Muzzoli, M., & Tognolini, M. (2009). Ecuadorian stingless bee (Meliponinae) honey: A chemical and functional profile of an ancient health product. *Food Chemistry*, 114(4), 1413–1420. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.041>
- Hempel, H., Toschi, N., Babiloni, C., Baldacci, F., Black, K. L., Bokde, A. L., ... & Vergallo, A. (2018). Revolution of Alzheimer precision neurology: Passageway of systems biology and neurophysiology. *Journal of Alzheimer's Disease*, 64(1), 47–105. <https://doi.org/10.3233/JAD-179935>
- He, L., He, T., Farrar, S., Ji, L., Liu, T., & Ma, X. (2017). Antioxidants maintain cellular redox homeostasis by elimination of reactive oxygen species. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 44(2), 532–553. <https://doi.org/10.1159/000485089>
- Hochheim, S., Cardoso, M. V., Machado, A. M. R., & Moura, S. (2019). Determination of phenolic profile by HPLC–ESI-MS/MS, antioxidant activity, in vitro cytotoxicity and anti-herpetic activity of propolis from the Brazilian native bee *Melipona quadrifasciata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29, 339–350. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.12.002>
- Jayashree, V., Priyanka, N., Pradeep, P., & Divya, S. (2016). In vitro anti-inflammatory activity of 4-benzylpiperidine. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(2), 108–110.
- Kalantari, N., Ghaffari, S., Bayani, M., Shahrokhi, N., & Khakzad, M. R. (2016). Effect of honey on mRNA expression of TNF- α , IL-1 β and IL-6 following acute toxoplasmosis in mice. *Cytokine*, 88, 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2016.08.006>
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2015). Free radicals: Health implications and their mitigation by herbals. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, 7(6), 438–457. <https://doi.org/10.9734/BJMMR/2015/15328>
- Kwon, J. Y., Kim, H. J., Park, S. J., & Lee, Y. M. (2019). Perspective: Therapeutic potential of flavonoids as alternative medicines in epilepsy. *Advances in Nutrition*, 10, 778–790. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz047>
- Lee, J. H. (2019). Intracellular antioxidant activity and inhibition of bee pollens on the production of inflammatory mediators (P06-081-19). *Current Developments in Nutrition*, 3(Suppl. 1), 596. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzz029.P06-081-19>
- Lindqvist, D., Dhabhar, F. S., Mellon, S. H., Yehuda, R., & Flory, J. D. (2017). Oxidative stress, inflammation and treatment response in major depression. *Psychoneuroendocrinology*, 76, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.11.034>
- Lins, A. C. S., Silva, M. S., Maia, G. A., & Silva, I. M. A. (2003). Flavonóides isolados do pólen coletado pela abelha *Scaptotrigona bipunctata* (canudo). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 13(2), 40–41. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2003000200005>
- Lopes, A. J. O., Silva, E. L. C., Andrade, L. N., & Barreto, A. S. (2019). Anti-inflammatory and antinociceptive activity of pollen extract collected by stingless bee *Melipona fasciculata*. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(18), 4512. <https://doi.org/10.3390/ijms20184512>
- Lopes, A. J. O., Silva, E. L. C., Andrade, L. N., & Barreto, A. S. (2020). Anti-inflammatory and antioxidant activity of pollen extract collected by *Scaptotrigona affinis postica*: In silico, in vitro, and in vivo studies. *Antioxidants*, 9(2), 103. <https://doi.org/10.3390/antiox9020103>
- Maruyama, H., Sakamoto, T., Araki, Y., Hara, H., & Ichikawa, K. (2010). Anti-inflammatory effect of bee pollen ethanol extract from *Cistus* sp. of Spanish on carrageenan-induced rat hind paw edema. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10, 30. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-10-30>
- Abdul Kadar, N. N. M., Zakaria, R., Othman, Z., & Zulkifli, N. A. (2022). Comparable benefits of stingless bee honey and caffeic acid in mitigating the negative effects of metabolic syndrome on the brain. *Antioxidants*, 11(11), 2154. <https://doi.org/10.3390/antiox11112154>
- Mustafa, M. Z., Omar, M. H., & Yaacob, N. S. (2019). Stingless bee honey improves spatial memory in mice, probably associated with brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and inositol 1,4,5-triphosphate receptor type 1 (Itpr1) genes. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, 8258307. <https://doi.org/10.1155/2019/8258307>
- Nweze, J. A., Okafor, J. I., & Nweze, E. I. (2017). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of two stingless bee honeys: A comparison with *Apis mellifera* honey from Nsukka, Nigeria. *BMC Research Notes*, 10(566), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2893-3>
- Oliveira, E. N. A., & Santos, D. C. (2011). Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 70(2), 132–138.
- Oliveira, P. S., Silva, I. G., Lima, Y. H., & Silva, J. C. (2012). Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. *Química Nova*, 35(9), 1728–1732. <https://doi.org/10.1590/S01000422012000900014>
- Othman, Z. A., Zakaria, R., & Hussain, N. H. (2020). Phenolic compounds and the anti-atherogenic effect of bee bread in high-fat diet-induced obese rats. *Antioxidants*, 9(33), 1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox9010033>
- Oyefuga, O., Oke, O. O., & Ekunwe, M. E. (2012). Honey consumption and its anti-ageing potency in white Wister albino rats. *Scholarly Journal of Biological Science*, 1(2), 15–19.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.11.010>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica* (e-book gratuito). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>

- Perusso, E. (2022). *Características químicas e compostos bioativos de pólen (saburá) de abelhas Scaptotrigona spp.* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná].
- Pizzino, G., Irrera, N., Cucinotta, M., Pallio, G., Mannino, F., Arcoraci, V., Squadrito, F., Altavilla, D., & Bitto, A. (2017). Oxidative stress: Harms and benefits for human health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 8416763. <https://doi.org/10.1155/2017/8416763>
- Ranneh, Y., Ali, F., Zarei, M., Akim, A. M., Khaza'ai, H., Fadel, A., & Hamid, H. A. (2018). Malaysian stingless bee and Tualang honeys: A comparative characterization of total antioxidant capacity and phenolic profile using liquid chromatography–mass spectrometry. *LWT – Food Science and Technology*, 89, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.039>
- Ranneh, Y., Ali, F., Zarei, M., Khaza'ai, H., & Hamid, H. A. (2019). Stingless bee honey protects against lipopolysaccharide-induced chronic subclinical systemic inflammation and oxidative stress by modulating Nrf2, NF-κB and p38 MAPK. *Nutrition and Metabolism*, 16(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0371-0>
- Rao, P. V., Krishnan, K. T., Salleh, N., & Gan, S. H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: A comparative review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(5), 657–664. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.01.012>
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), v–vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Rodríguez-Malaver, A. J., Reyna-Bello, A., & Vit, P. (2009). Properties of honey from ten species of Peruvian stingless bees. *Natural Product Communications*, 4(9), 1221–1226.
- Rouzer, C. A., & Marnett, L. J. (2009). Cyclooxygenases: Structural and functional insights. *Journal of Lipid Research*, 50(Suppl), S29–S34. <https://doi.org/10.1194/jlr.R800042-JLR200>
- Ruiz-Ruiz, J. C. (2017). Antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic compounds isolated from *Melipona beecheii* honey. *Food and Agricultural Immunology*, 28(6), 1424–1437. <https://doi.org/10.1080/09540105.2017.1366884>
- Sattler, J. A. G., de Melo, I. L. P., Pastore, G. M., & de Almeida-Muradian, L. B. (2015). Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. *Food Research International*, 77, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.016>
- Silva, C. L., Queiroz, A. J. M., & Figueirêdo, R. M. F. (2004). Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 8(2–3), 267–271. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662004000200015>
- Silva, G. R., Oliveira, T. S., & Almeida-Muradian, L. B. (2014). Identificação de açúcares, aminoácidos e minerais do pólen de abelhas sem ferrão Jandaíra (*Melipona subnitida*). *Food and Nutrition Sciences*, 5, 1015–1021. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.511110>
- Silva, T. M. S., dos Santos, F. P., Evangelista-Rodrigues, A., da Silva, E. M. S., da Silva, G. S., de Novais, J. S., Camara, C. A., & Silva, E. M. S. (2006). Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.03.014>
- Vasconcelos, T. B., Duarte, F. G., Souza, M. L., & Santos, G. T. (2014). Radicais livres e antioxidantes: Proteção ou perigo? *UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde*, 16(3), 213–219.
- Villas-Bôas, J. (2012). *Manual tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão* (Série Manual Tecnológico). Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN).
- Zakaria, F. H., Othman, Z., & Hassan, A. (2022). Pathophysiology of depression: Stingless bee honey promising as an antidepressant. *Molecules*, 27(16), 5091. <https://doi.org/10.3390/molecules27165091>
- Zhou, J., Wan, Y., Wang, W., Liu, G., Li, Y., & Qu, H. (2015). Flavonoid glycosides as floral origin markers to discriminate of unifloral bee pollen by LC–MS/MS. *Food Control*, 57, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.03.018>
- Zulkifli, N. A., Abdul Kadar, N. N. M., Zakaria, R., & Othman, Z. (2023). The potential neuroprotective effects of stingless bee honey. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 1048028. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1048028>