



DOI: <https://doi.org/10.58871/conimaps2025.c80>

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DA GEOPRÓPOLIS DE *Melipona* spp.: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *Melipona* spp. GEOPROPOLIS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

MADALENA SANTOS DAS CHAGAS

Mestranda em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

VERA LÚCIA ROCHA DA SILVA

Mestre em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

JOSÉ DARLAN ALVES DA SILVA

Doutorando em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

FABIANA DA CRUZ ARAÚJO

Mestranda em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

FRANCISCA RAFAELA FERREIRA DE SOUZA

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

ANA LUIZA CASTRO PEREIRA

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

ALVARO ARAUJO GALENO

Mestrando em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

DEYVID ALVES ZEIDAN

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

MARIA DOS MILAGRES CARVALHO SANTOS

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)

GILDEANNI IASMIM ALVES VIEIRA

Mestre em Biotecnologia

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR)



RESUMO

O aumento da resistência microbiana tem induzido a busca por tratamentos alternativos naturais e economicamente viáveis. Os produtos produzidos pelas abelhas são fontes promissoras de compostos bioativos com valor medicinal. Objetivou-se identificar a efetividade da atividade antibacteriana e antifúngica da geoprópolis das abelhas sem ferrão *Melipona* spp. através de uma abordagem de revisão sistemática da literatura. Os artigos foram obtidos através de pesquisas nas bases de dados *Web of Science*, *PubMed* e *ScienceDirect*. A busca resultou em um total de 77 publicações dos quais 21 atenderam aos critérios de seleção. Dez espécies de *Melipona* spp. tiveram o potencial antimicrobiano de suas geoprópolis analisadas. O método mais utilizado pelos autores para extração dos compostos bioativos das própolis foi a maceração através do solvente etanol. Os testes antimicrobianos envolveram 18 espécies de bactérias e 7 espécies de fungos. A geoprópolis de *Melipona* spp. foi mais eficiente frente as bactérias gram-positivas e *Mycoplasmas* spp. do que bactérias gram-negativas e fungos. Os resultados evidenciam que existe uma falta de padronização na preparação dos extratos de geoprópolis, o que pode induzir a baixos rendimentos extrativos e interferências nos testes de atividades biológicas. A geoprópolis produzida por *Melipona* spp. tem potencial para ser usada na prevenção ou tratamento de infecções microbianas porém mais pesquisas são recomendadas para padronizar a forma adequada de preparação do extrato e possibilitar a determinação de dosagens eficientes.

Palavras-chave: Própolis; Abelhas; Atividade Antibacteriana.

ABSTRACT

The rise in microbial resistance has led to a search for natural and economically viable alternative treatments. Bee products are promising sources of bioactive compounds with medicinal value. This study aimed to identify the effectiveness of the antibacterial and antifungal activity of geopropolis from the stingless bees *Melipona* spp. through a systematic literature review. The articles were obtained through searches in the Web of Science, PubMed, and ScienceDirect databases. The search yielded a total of 77 publications, of which 21 met the selection criteria. The antimicrobial potential of ten *Melipona* spp. species' geopropolis was analyzed. The method most frequently used by the authors to extract bioactive compounds from propolis was maceration using the solvent ethanol. The antimicrobial tests involved 18 species of bacteria and 7 species of fungi. Geopropolis from *Melipona* spp. was more effective against Gram-positive bacteria and *Mycoplasma* spp. than gram-negative bacteria and fungi. The results demonstrate a lack of standardization in the preparation of geopropolis extracts, which can lead to low extraction yields and interference in biological activity tests. Geopropolis produced by *Melipona* spp. has potential for use in the prevention or treatment of microbial infections, but further research is recommended to standardize the appropriate method of extract preparation and enable the determination of effective dosages.

Keywords: Propolis; Bees; Antibacterial Activity.

1 INTRODUÇÃO

As doenças infecciosas são uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo, devido ao crescente número de patógenos resistentes a antibióticos, sendo consideradas um dos maiores desafios para a saúde pública (Soto *et al.*, 2016). Tal fato é decorrente do uso



inadequado de antimicrobianos sintéticos para tratar as infecções em humanos e animais (Belém *et al.*, 2021). A resistência antibiótica aumenta os custos de tratamento, prolonga a internação do paciente e leva a uma maior incidência de efeitos adversos (Kowalski *et al.*, 2020). À medida que a eficácia dos antibióticos reduz, a cura torna-se mais difícil de ser alcançada, de forma que as infecções para as quais os tratamentos atualmente são considerados simples podem causar mais danos ao corpo no futuro devido ao esgotamento dos recursos (WHO, 2023). Este problema incentiva a busca por alternativas naturais eficazes e viáveis economicamente para tratamento ou prevenção de enfermidades, como os produtos de origem natural (Scaldaferri *et al.*, 2020). Dentre os produtos naturais, a própolis têm instigado o interesse de muitos pesquisadores em virtude de suas várias propriedades terapêuticas frente a bactérias gram-positivas, gram-negativas e fungos (Torres *et al.*, 2018; Budóia, 2019).

O geoprópolis é um tipo de própolis formado por uma mistura de exsudatos vegetais, colhidos a partir de várias partes das plantas e modificados pelas abelhas sem ferrão, com adição de barro e secreções mandibulares (Przybyłek *et al.*, 2019). Na colmeia, a própolis concede a proteção mecânica e biológica, sendo utilizada para assepsia, reparação de frestas, mumificação de carcaças e como isolante térmico (Nunes *et al.*, 2009). Sua composição química é variável e está relacionada com a diversidade florística e geografia das regiões frequentadas pelas abelhas, resina da planta de origem, variações climáticas e diversidade genética da colmeia (Kuropatnicki *et al.*, 2013). A própolis apresenta várias atividades biológicas comprovadas cientificamente, como a antimicrobiana (Ong *et al.*, 2017), anti-inflamatória e antisséptica (Moura *et al.*, 2011), antinociceptiva (Franchin *et al.*, 2012), antiparasitária (Sena-lobes *et al.*, 2018), cicatrizante, antioxidante e imunomoduladora (Franchin *et al.*, 2012; Bonamigo *et al.*, 2017), gastroprotetora (Ribeiro-junior *et al.*, 2015) e antitumoral (Rufatto *et al.*, 2017).

O gênero *Melipona* compreende cerca de 40 espécies de abelhas sociais sem ferrão, distribuídas nas regiões de clima tropical, principalmente na América do Sul (Camargo *et al.*, 2013). Estas abelhas são de grande importância ecológica e econômica devido a sua representatividade na polinização de plantas nativas ou cultivadas (Oliveira *et al.*, 2012). Até o momento, não existem revisões sistemáticas que tenham sintetizado as evidências de pesquisa sobre a atividade antimicrobiana da geoprópolis desse gênero. Diante disso, objetivou-se analisar o potencial antimicrobiano dos extratos de geoprópolis de abelhas *Melipona* spp., especificamente contra bactérias e fungos, através de uma abordagem metodológica de revisão sistemática.



2 METODOLOGIA

Essa revisão sistemática da literatura foi conduzida com base nos critérios instituídos pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA). Para execução dessa RSL, utilizou-se uma ferramenta online projetada para auxiliar os pesquisadores na condução de revisões sistemáticas da literatura, o *Parsif.al*. Na elaboração das questões norteadoras, utilizou-se a estratégia PICO, sendo (P) População/pacientes – atividade antibacteriana e antifúngica; (I) Intervenção/área de interesse – geoprópolis de *Melipona* spp.; (C) Comparação/controle – não se aplica; e (O) Desfecho – redução da resistência microbiana. Diante disso, as seguintes questões de pesquisa foram estabelecidas: (1) A geoprópolis produzida por *Melipona* spp. apresenta atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos?; (2) Quais espécies de *Melipona* spp. apresentam estudos em relação ao potencial antimicrobiano de sua geoprópolis?; (3) Quais metodologias estão sendo empregadas na preparação do extrato de geoprópolis?.

A pesquisa foi realizada em 10 de janeiro de 2025 nas bases de dados *WebofScience*, *PubMed* e *ScienceDirect*. A busca foi aplicada nos campos de pesquisa “título”, “resumo” e “palavras-chave”. Não foram empregados intervalos temporais. Os termos selecionados foram combinados com os operadores booleanos “OR” e “AND”, visando atender o objetivo da pesquisa e maximizar a quantidade de artigos científicos sobre o assunto, conforme exposto a seguir: ("geopropolis" OR "propolis") AND ("melipona") AND ("antimicrobial" OR "antibacterial" OR "antifungal"). Ao final da busca, a etapa de remoção de duplicados foi feita através da ferramenta *Parsif.al*. Os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos para delimitar a busca por artigos. Os tipos de estudos incluídos nessa revisão foram periódicos que abordassem a atividade antibacteriana ou antifúngica do geoprópolis de *Melipona* spp., em qualquer idioma. Artigos que não traziam informações relevantes sobre a atividade antimicrobiana do geoprópolis de *Melipona* spp., literatura cinzenta e estudos não disponíveis na íntegra foram excluídos.

Primeiramente, realizou-se uma análise de metadados (títulos, resumos e palavras-chave) para separar os estudos elegíveis e, em seguida, o texto completo de cada artigo foi avaliado. Dessa forma, a triagem seguiu três etapas: (1) leitura dos títulos, (2) leitura dos resumos e palavras-chave e (3) leitura do texto completo. Nesta etapa, um formulário de extração de dados foi elaborado, objetivando retirar informações relevantes para responder às questões de pesquisa dessa revisão, conforme listado: (1) Título e ano de publicação; (2) Região geográfica do estudo; (3) Espécie estudada; (4) Técnica usada na extração dos princípios ativos do

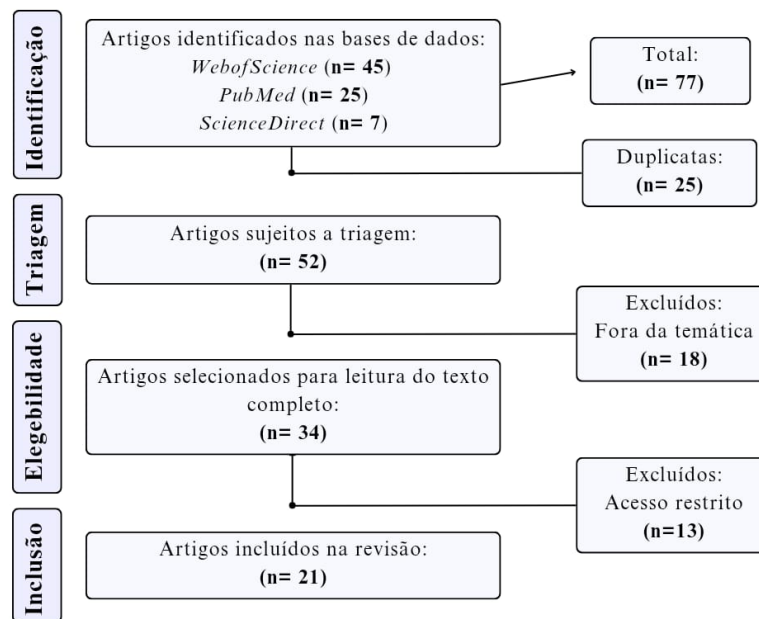


geoprópolis; (5) Microrganismo estudado; (6) Método usado nos testes de atividade antimicrobiana. Os dados coletados foram organizados em uma planilha do programa Microsoft Excel para sintetizar as evidências encontradas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca nas bases de dados resultou em um total de 77 publicações. Após a exclusão dos duplicados, 52 artigos seguiram para a triagem onde 18 foram excluídos por estarem fora da temática. Após a análise criteriosa do texto completo de cada artigo, 13 estudos foram excluídos, resultando em 21 artigos selecionados para extração dos dados, assim descrito no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do procedimento de triagem dos documentos encontrados nas bases de dados *ScienceDirect*, *PubMed* e *WebofScience*.



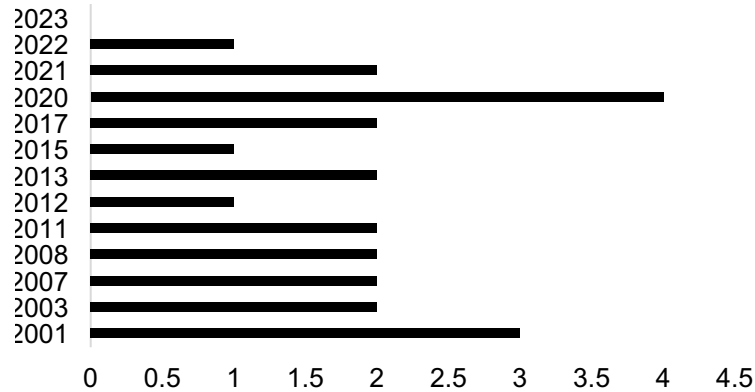
Fonte: Autoria própria, 2025.

O interesse científico pelo potencial antimicrobiano do geoprópolis de *Melipona* spp. é recente e aumentou nos últimos sete anos, com a primeira pesquisa científica publicada em 2009 (Figura 2). Os estudos selecionados foram conduzidos em 3 países, com $\approx 81\%$ do Brasil (n=17), seguido por $\approx 14\%$ do México (n=3) e $\approx 5\%$ da Polônia (n=1). As abelhas *Melipona* spp. são predominantemente encontradas na região geográfica latino-americana, em áreas tropicais e subtropicais (Camargo *et al.*, 2013; Lima; Silvestre, 2017). O Brasil abriga 245 espécies de abelhas sem ferrão, distribuídas em 29 gêneros, com destaque para as espécies de *Melipona* spp que são as mais cultivadas no país devido ao fácil manejo da colmeia,



temperamento dócil, produção de mel e cera superior em relação a outras abelhas sem ferrão, participação na polinização de culturas agrícolas e, também, devido a multiplicação das colônias desse gênero ser mais fácil devido a produção constante de rainhas não fecundadas, o que permite o aumento do plantel rapidamente (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006; Jaffé *et al.*, 2015; Dos Santos *et al.*, 2021).

Figura 2. Ano de publicação dos estudos selecionados na revisão sistemática da literatura.



Fonte: Autoria própria, 2025.

O extrato de *Melipona* spp. foi preparado em 20 estudos através do método de maceração, sendo o solvente mais comumente utilizado o etanol nas concentrações de 70% (n=7), 80% (n=5), 95% (n=1) e 99% (n=5), além deste também houve o uso dos solventes metanólico (n=1) e éter dietílico (n=1) (tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos estudos selecionados por autores, espécies que produziram o geoprópolis, técnica usada na extração dos princípios ativos e microrganismos analisados.

Autores	Espécies	Técnicas	Microrganismos
Farnesi <i>et al.</i> , 2009	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração estática, solvente etanol a 70%, temperatura ambiente por 20 dias, com agitação uma vez ao dia	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Da Cunha <i>et al.</i> , 2013a	<i>Melipona scutellaris</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 99%, agitação por 30 min à 70 ° C	<i>Streptococcus mutans</i> <i>Actinomyces naeslundii</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterococcus faecalis</i>
Da Cunha <i>et al.</i> , 2013b	<i>Melipona scutellaris</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 99%, agitação por 30 min à 70 ° C	<i>Streptococcus mutans</i>
Campos <i>et al.</i> , 2014	<i>Melipona orbignyi</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 80%, agitação a 70° C até a total diluição	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida albicans</i>



Da Cunha <i>et al.</i> , 2016	<i>Melipona scutellaris</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 99%, agitação por 30 min à 70 ° C	<i>Streptococcus mutans</i>
Dias <i>et al.</i> , 2017	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 70%, agitação por 30 min à 70 ° C	Bactérias Gram positivas e Gram negativas não identificadas a nível de espécie
Santos <i>et al.</i> , 2017a	<i>Melipona orbignyi</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 70%, agitação por 24 h	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Candida albicans</i>
Dos Santos <i>et al.</i> , 2017	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 70%, agitação por 24 h	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Candida albicans</i>
Santos <i>et al.</i> , 2017b	<i>Melipona mondury</i>	Maceração estática, solvente etanol a 99%, por 72h	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ,
Torres <i>et al.</i> , 2018	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 80%, agitação a 70° C, por 30 min	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
Sousa <i>et al.</i> , 2019	<i>Melipona quadrifasciata</i> <i>Melipona rufiventris</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 95%, agitação por 48h	<i>Staphylococcus aureus</i>
Junior <i>et al.</i> , 2019	<i>Melipona subnitida</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 99%	<i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida guilliermondii</i> , <i>Candida parapsilosis</i>
Ramón-sierra <i>et al.</i> , 2019	<i>Melipona beecheii</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 80%, agitação por 48 h a 37° C	<i>Candida albicans</i>
Hochheim <i>et al.</i> , 2020	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração estática, solvente etanol a 70% por 7 dias	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Mycoplasma capricolum</i> , <i>Mycoplasma genitalium</i> , <i>Mycoplasma mycoides</i> , <i>Mycoplasma hominis</i>
Conesa <i>et al.</i> , 2021	<i>Melipona beecheii</i> , <i>Melipona solani</i>	Maceração estática, solvente etanol a 99%, agitação por 15 min, durante 8 dias	<i>Staphylococcus aureus</i>
Liberio <i>et al.</i> , 2021	<i>Melipona fasciculata</i>	Maceração dinâmica, solvente etanol a 70%, agitação por 48h	<i>Streptococcus mutans</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Candida albicans</i>
Galgowski <i>et al.</i> , 2021	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração estática, solvente metanol por 7 dias	<i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Mycoplasma capricolum</i> , <i>Mycoplasma genitalium</i> , <i>Mycoplasma mycoides</i>



Valcanaia <i>et al.</i> , 2022	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Hidrodestilação por 4h		<i>Mycoplasma capricolum</i> , <i>Mycoplasma genitalium</i> , <i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Mycoplasma mycoides</i> <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida krusei</i>
Isidorov <i>et al.</i> , 2022	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração solvente	dinâmica, éter dietílico, agitação por 30 min	<i>Paenibacillus larvae</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Candida albicans</i>
Ruiz Ruiz <i>et al.</i> , 2023	<i>Melipona beecheii</i>	Maceração solvente	dinâmica, etanol 70%, agitação por 24 horas	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Escherichia coli</i>
Campos <i>et al.</i> , 2023	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Maceração solvente	dinâmica, etanol a 80%, extração a 70° C até a total diluição	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Candida albicans</i>

Fonte: Autoria própria, 2025.

Dentre as técnicas de maceração, a dinâmica foi a mais utilizada, sob variados períodos, como 30 min à 70°C (n=6); 24h à temperatura ambiente (n=3); e 48 h à temperatura ambiente (n=3). A maceração estática foi empregada em 5 artigos, com período variando entre 72h à 20 dias. Apenas um estudo analisou o potencial antimicrobiano dos óleos voláteis de *Melipona spp.*, nesse método os autores utilizaram a técnica de hidrodestilação durante um período de 4h.

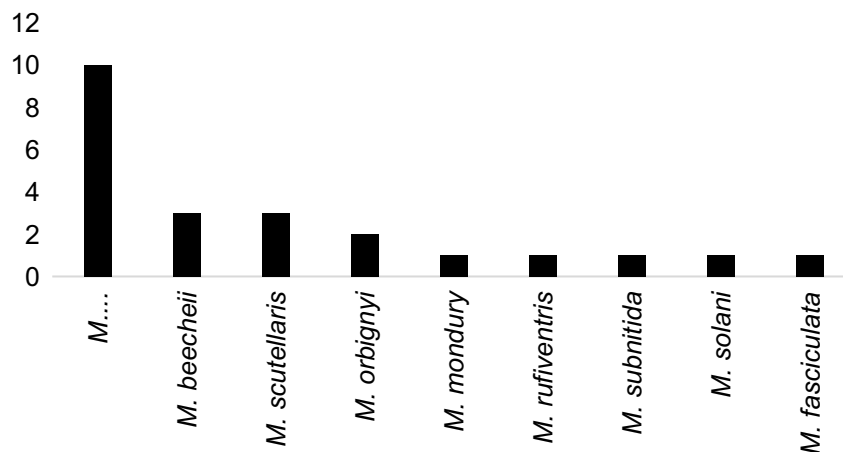
A composição química do extrato de própolis depende, principalmente, da espécie de abelha, das características fitogeográficas da área onde ocorreu a coleta dos materiais e dos métodos usados na extração (Bankova *et al.*, 1999). Além da maceração, existem outros métodos de extração convencionais de compostos vegetais como a infusão, decocção, percolação, extração assistida por micro-ondas ou ultrassom, extração contínua quente e turbólise (Oliveira *et al.*, 2016). Além do método extrativo, existem outros fatores que influenciam na extração de compostos bioativos como a parte vegetal utilizada e sua origem, o tamanho da partícula, o período de extração, temperatura, polaridade e concentração do solvente usado (Tiwari *et al.*, 2011). O solvente mais utilizado nos estudos foi o etanol em variadas concentrações. Este solvente é bastante empregado na extração de bioativos vegetais, exibindo um alto rendimento, além de apresentar baixa toxicidade e ser proveniente de fontes de energia renovável (Cuevas *et al.*, 2009).

Um total de 9 espécies de *Melipona spp.* tiveram suas geoprópolis analisadas frente a redução da resistência microbiana, sendo *M. quadrifasciata* a mais estudada, estando presente



em $\approx 47\%$ dos estudos ($n=10$), seguida por *M. beecheii* e *M. scutellaris* com $\approx 14\%$ cada ($n=3$) (figura 3). A *M. quadrifasciata* está atualmente distribuída em várias regiões do Brasil, desde o Rio Grande do Sul até a Bahia, estando presente em biomas como a Mata Atlântica e o Cerrado (Batalha-Filho *et al.*, 2009). A maioria dos artigos usaram somente bactérias nos testes de resistência microbiana, totalizando $\approx 62\%$ ($n=13$) do estudos, seguido por $\approx 28\%$ ($n=6$) de testes com bactérias e fungos e $\approx 9\%$ ($n=2$) somente fungos. Os testes antibacterianos envolveram 18 espécies de bactérias, distribuídas em 13 gêneros, sendo *Mycoplasma* spp. o que apresentou maior número de espécies estudadas. As bactérias mais comumente utilizadas foram *S. aureus*, *E. coli* e *P. aeruginosa*, com ocorrência em $\approx 62\%$ ($n=13$), $\approx 47\%$ ($n=10$) e $\approx 43\%$ ($n=9$) dos artigos, respectivamente. Os testes antifúngicos foram realizados com fungos de dois gêneros, *Cryptococcus* spp. e *Candida* spp. totalizando 7 espécies. A *C. albicans* foi a espécie mais testada, estando presente em 45% ($n=9$) dos estudos.

Figura 3. Espécies de *Melipona* spp. de acordo com a frequência de presença nos estudos selecionados na revisão sistemática.



Fonte: Autoria própria, 2025.

O método mais utilizado nos testes de atividade antimicrobiana foi o de diluição em caldo, de forma que $\approx 71\%$ ($n=15$) dos estudos usaram a microdiluição em placas e $\approx 10\%$ ($n=2$) a macrodiluição em tubos. O método de difusão em ágar e o de difusão em discos também foram empregados, com $\approx 14\%$ ($n=3$) e $\approx 5\%$ ($n=1$) respectivamente. Na avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais, vários métodos podem ser empregados sendo os mais comuns os métodos de difusão em ágar por poço, difusão em disco e métodos de macrodiluição e microdiluição com caldo sendo todos os métodos igualmente aceitáveis (CLSI, 2008). O teste de microdiluição tem sido frequentemente utilizado para determinação da concentração



inibitória mínima ou concentração bactericida mínima de extratos vegetais (Ostrosky *et al.*, 2008).

No teste de difusão em ágar, o extrato etanólico da geoprópolis (EEGP) de *M. quadrifasciata* apresentou atividade antibacteriana contra *P. aeruginosa* e *S. aureus*, com inibição do crescimento microbiano e média do diâmetro dos halos para *S. aureus* de 14,8 mm (Farnesi *et al.*, 2009; Sousa *et al.*, 2019). A ação antimicrobiana do EEGP de *M. quadrifasciata* também foi avaliada por meio da técnica de microdiluição em tubos frente a bactérias gram positivas e gram negativas isoladas a partir de secreções coletadas de orelhas de cachorros com otite e, como resultado, não foram identificados microrganismos em concentrações superiores a 70% (Dias *et al.*, 2017).

Nos testes de microdiluição, o EEGP de *M. quadrifasciata* demonstrou atividade antimicrobiana contra as cepas *E. faecalis*, *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *C. neoformans* e *C. albicans*, de forma que a bactéria mais sensível foi a *S. aureus*, com uma concentração inibitória mínima (CIM) inferior a 6 mg/mL, a com maior resistência foi *P. aeruginosa*, com CIM < 11 mg/mL, e o fungo mais sensível à ação do extrato foi o *C. neoformans* com CIM < 18 mg/mL, e o mais resistente foi a *C. albicans* com CIM < 20 mg/mL (Dos Santos *et al.*, 2017b; Torres *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2022). O EEGP de *M. quadrifasciata* também apresentou atividade contra bactérias *Mycoplasma spp.*, especificamente contra *M. genitalium*, *M. pneumoniae* e *M. hominis* com CIM de 250 µg/mL (Hochheim *et al.*, 2020).

O extrato metanólico de *M. quadrifasciata* foi avaliado contra algumas bactérias e CIM das frações hexano e diclorometano foram 62,5mg/L e 125mg/L, respectivamente, frente a *M. pneumoniae* (Galgowski *et al.*, 2021). O óleo volátil de *M. quadrifasciata* exibiu atividade promissora contra *M. pneumoniae*, com CIM de 103 a 224 µg/mL, e *C. tropicallis*, com CIM de 103 µg/mL, porém foi menos efetivo contra as bactérias *S. aureus*, *E. coli* e *P. aeruginosa* e outras espécies de *Candida* (Valcanaia *et al.*, 2022). O extrato etérico de *M. quadrifasciata* foi testado frente a larvas de *Paenibacillus*, duas espécies de *Bacillus* e *E. coli* e demonstrou inibição do biofilme sem associação com a inibição do crescimento bacteriano, resultando em uma diminuição da patogenicidade de todas as cepas (Isidorov *et al.*, 2022).

No teste de microdiluição com o EEGP de *M. beecheii*, a bactéria *S. aureus* não apresentou inibição do crescimento microbiano (Conesa *et al.*, 2020). Pelo método de difusão em discos, EEGP de *M. beecheii* exibiu atividade antifúngica contra *C. albicans*, com concentração inibitória mínima e a concentração fungicida mínima de 1,62 e 2,50 g/mL de extrato seco, respectivamente (Ramón-sierra *et al.*, 2019). No teste de microdiluição, O EEGP



de *M. beecheii* demonstrou atividade contra *S. aureus* e *S. typhi* com CIM < 13 mg/mL para ambas cepas (Ruiz Ruiz *et al.*, 2023).

Os testes de microdiluição com o EEGP de *M. scutellaris* mostraram inibição do crescimento das bactérias *S. mutans* e *S. aureus*, em concentrações inferiores a 50 µg/mL, e das cepas *E. faecalis* e *A. naeslundii* entre 800 e 1600 µg/mL, além da atividade bactericida em concentrações acima de 1600 µg/mL, com exceção de *S. aureus*, em que as cepas morreram entre 25 e 50 µg/mL (Da Cunha *et al.*, 2013a, 2013b). O ent-nemorosona isolado do EEGP de *M. scutellaris* também apresentou forte atividade antimicrobiana contra *S. mutans*, ao inibir a adesão ao biofilme e reduzir a quantidade de polissacarídeos extra e intracelulares sintetizados, com CIM de 12.5 a 25 µM (Da Cunha *et al.*, 2016).

Nos testes de microdiluição, o EEGP de *M. orbigny* apresentou atividade inibitória, bactericida e fungicida contra as cepas *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *C. albicans* e *C. neogormans*, com CIM < 9.8 mg/mL para bactérias gram positivas, CIM < 13.5 mg/mL para gram negativas e CIM < 24.4 mg/mL para os fungos (Campos *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2017). O EEGP de *M. mondury* exibiu efeitos bacteriostáticos e bactericidas contra as cepas *S. aureus* e *P. aeruginosa*, com CIM de 250 µg/mL para ambas (Santos *et al.*, 2017a). O EEGP de *M. subnitida* apresentou atividade antifúngica contra *C. albicans* e *C. tropicalis*, com CIM de 250 mg/mL, e *C. krusei*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii* e *C. parapsilosis* com CIM de 500 mg/mL (Junior *et al.*, 2019). O EEGP de *M. solani* exibiu ação antibacteriana frente a *S. aureus* com CIM de 4 mg/mL (Conesa *et al.*, 2021).

Nos testes de difusão em ágar, EEGP de *M. fasciculata* evidenciou a atividade antimicrobiana com halos de inibição variando de 10 a 13 mm para *S. mutans* e de 9 a 13 mm para *C. albicans* e nenhuma atividade contra *L. acidophilus* (Liberio *et al.*, 2021). A atividade antimicrobiana do EEGP de *M. rufiventris* foi testada contra *S. aureus* e evidenciou a inibição do crescimento da cepa, com média dos halo de 27,5 mm (Sousa *et al.*, 2019).

De maneira geral, os estudos selecionados nessa revisão comprovaram o potencial antimicrobiano de *Melipona* spp. frente a bactérias e fungos, com inibição da capacidade de formação de biofilme de várias cepas e CIM variando de excelente, bom a moderado. As bactérias gram-positivas e *Mycoplasmas* spp. foram mais sensíveis a geoprópolis de *Melipona* spp. que as bactérias gram-negativas e fungos. Este resultado está de acordo com os testes antimicrobianos com a própolis de *Apis mellifera* que também exibiu atividade reduzida contra bactérias gram-negativas e maior frente as gram-positivas (Akca *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2021). Isso pode ser explicado devido a presença de estruturas que conferem maior



complexidade e resistência às paredes celulares de bactérias gram-negativas (Araújo *et al.*, 2010).

A falta de padronização nos testes com a geoprópolis limita as pesquisas de atividade antimicrobiana no que diz respeito a comparação de resultados obtidos por estudos distintos que avaliaram a mesma amostra porém sob diferentes metodologias de extração de bioativos pois, além desse aspecto, existem outros que também podem induzir a divergências nos resultados, como os solventes utilizados, a cepa, a concentração da amostra e do inoculo e o método usado na nos testes antimicrobianos (Bona *et al.*, 2014). Tal fato induz a problemas no controle de qualidade, o que conseqüentemente prejudica o uso da geoprópolis como opção terapêutica frente a infecções microbianas pois para ser regulamentada como um produto natural terapêutico seguro, a padronização é necessária para atingir um bom nível de qualidade e eficácia (Bankova, 2005).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos avaliados nesta revisão de literatura, a atividade antibacteriana e antifúngica da geoprópolis de *Melipona* spp. foi validada, sendo as bactérias gram-positivas e *Mycoplasmas* spp. mais sensíveis que as bactérias gram-negativas e fungos. Os resultados evidenciam que existe uma falta de padronização na preparação dos extratos de geoprópolis, o que pode induzir a baixos rendimentos extrativos e, conseqüentemente, menor teor de metabólitos secundários presentes nas amostras, podendo interferir nos testes de atividades biológicas. Dessa forma, mais pesquisas são recomendadas para padronizar a forma de preparação do extrato e possibilitar a determinação de dosagens adequadas para prevenção ou tratamento de infecções microbianas.

REFERÊNCIAS

AKCA, A. E. *et al.* The comparative evaluation of the antimicrobial effect of propolis with chlorhexidine against oral pathogens: an in vitro study. **BioMed Research International**, v. 2016, p. 1–8, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/3627463>.

ARAÚJO, C. N. *et al.* Chemical composition and antimycoplasma activity of a brown propolis from southern Brazil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 11, p. 4228–4235, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04461-y>.

ARAÚJO, E. A. *et al.* Aspectos coloidais da adesão de microrganismos. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1940–1948, 2010.



- BANKOVA, V. *et al.* Phytochemical evidence for the plant origin of Brazilian propolis from São Paulo State. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 54, n. 5-6, p. 401–405, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1515/znc-1999-5-616>.
- BATALHA-FILHO, H. *et al.* Phylogeography and historical demography of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata*: incongruence between morphology and mitochondrial DNA. **Apidologie**, v. 41, n. 5, p. 534–547, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010001>.
- BELÉM, G. M. *et al.* Plantas do cerrado com atividade antimicrobiana: uma revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e07101622753, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.22753>.
- BONA, E. A. *et al.* Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 218–225, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657001192012>.
- BONAMIGO, T. *et al.* Antioxidant and cytotoxic activity of propolis of *Plebeia droryana* and *Apis mellifera* from the Brazilian Cerrado biome. **PLOS ONE**, v. 12, n. 9, e0183983, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183983>.
- BUDOIA, G. M. Estudo da composição química de extratos de geoprópolis de *Melipona quadrifasciata* (mandaguia), 2019. 71 f. **Dissertação – Universidade Estadual de Campinas, Campinas**, 2019.
- CABRAL, I. S. *et al.* Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523–1527, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422009000600031>.
- CAMARGO, J. M. F. *et al.* Meliponini Lepelletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – online version**. 2013. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 17 janeiro. 2025.
- CAMPOS, J. F. *et al.* Antimicrobial activity of propolis from the Brazilian stingless bees *Melipona quadrifasciata* anthidioides and *Scaptotrigona depilis*. **Microorganisms**, v. 11, n. 1, p. 68, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11010068>.
- CAMPOS, J. F. *et al.* Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activities of propolis from *Melipona orbignyi*. **Food and Chemical Toxicology**, v. 65, p. 374–380, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.01.008>.
- CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE**. *Antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals*. Wayne, PA: CLSI, 2008. (CLSI document M31-A3).
- CORTOPASSI-LAURINO, M. *et al.* Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275–292, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>.



CUEVAS, M. S.; RODRIGUES, C. E.; MEIRELLES, A. J. Effect of solvent hydration and temperature in the deacidification process of sunflower oil using ethanol. **Journal of Food Engineering**, v. 95, n. 2, p. 291–297, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.009>.

DA CUNHA, M. G. *et al.* Anti-inflammatory and anti-biofilm properties of ent-nemorosone from Brazilian geopropolis. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 27–35, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.07.009>.

DA CUNHA, M. G. *et al.* Antimicrobial and antiproliferative activities of stingless bee *Melipona scutellaris* geopropolis. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-23>.

DIAS, C. R. *et al.* Acción antibacteriana de geopropolis de *Melipona quadrifaciata* en cultivo de secreción de otitis en perros. **Revista MVZ Córdoba**, p. 5837–5843, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1013>.

DOS SANTOS, C. F. *et al.* Diversidade de abelhas sem ferrão e seu uso como recurso natural no Brasil: permissões e restrições legais consorciadas a políticas públicas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 2–22, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5550763>.

FARNESI, A. P. *et al.* Effects of stingless bee and honey bee propolis on four species of bacteria. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 635–640, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4238/vol8-2kerr023>.

FRANCHIN, M. *et al.* Geopropolis from *Melipona scutellaris* decreases the mechanical inflammatory hypernociception by inhibiting the production of IL-1 β and TNF- α . **Journal of Ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 709–715, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.07.040>.

GALGOWSKI, C. *et al.* Mollicute anti-adhesive and growth inhibition properties of the methanolic extract of propolis from the Brazilian native bee *Melipona quadrifasciata*. **Chemistry & Biodiversity**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202000711>.

GRAJALES CONESA, J. *et al.* Actividad antimicrobiana de propóleos de abejas sin aguijón en combinación com ajo, *Allium sativum* (Amaryllidaceae). **Revista de Biología Tropical**, v. 69, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i1.41241>.

HOCHHEIM, S. *et al.* A bioguided approach for the screening of antibacterial compounds isolated from the hydroalcoholic extract of the native Brazilian bee's propolis using Mollicutes as a model. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00558>.

ISIDOROV, V. A. *et al.* Chemical composition and biological activity of Argentinian propolis of four species of stingless bees. **Molecules**, v. 27, n. 22, p. 7686, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27227686>.

JAFFÉ, R. *et al.* Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. e0121157, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121157>.

JÚNIOR, U. P. *et al.* Geopropolis gel for the adjuvant treatment of candidiasis – formulation and in vitro release assay. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 278–286, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.02.010>.

KOWALSKI, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de flavonoides: uma revisão de literatura. **Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas**, v. 4, n. 1, p. 51–65, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31512/ricsb.v4i1.119>.

KUROPATNICKI, A. K.; SZLISZKA, E.; KROL, W. Historical aspects of propolis research in modern times. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–11, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/964149>.

LIBERIO, S. A. *et al.* Antimicrobial activity against oral pathogens and immunomodulatory effects and toxicity of geopropolis produced by the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 11, n. 1, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-108>.

MOURA, S. A. *et al.* Brazilian green propolis inhibits inflammatory angiogenesis in a murine sponge model. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, p. 1–7, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/ecam/nep197>.

NUNES, L. C. *et al.* Variabilidade sazonal dos constituintes da própolis vermelha e bioatividade em *Artemia salina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2b, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2009000400003>.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 598–603, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1806-66902012000300024>.

OLIVEIRA, V. B. *et al.* Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por CLAE-DAD de *Dicksonia sellowiana*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1 suppl 1, p. 230–239, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_106.

ONG, T. H. *et al.* Chitosan-propolis nanoparticle formulation demonstrates anti-bacterial activity against *Enterococcus faecalis* biofilms. **PLOS ONE**, v. 12, n. 3, e0174888, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174888>.

SOUSA, J. P. L. de. *et al.* Chemical and antimicrobial potential study of Brazilian propolis produced by different species of bees. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 5, p. 1480–1497, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190103>.

PARSIFAL. Perform systematic literature reviews. Disponível em: <https://parsif.al/>. Acesso em: 18 jul. 2023.

PRZYBYŁEK, I.; KARPIŃSKI, T. M. Antibacterial properties of propolis. **Molecules**, v. 24, n. 11, p. 2047, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24112047>.

ROSA, L. H. *et al.* Yeasts from stingless bee hives in Brazil and their symbiotic relationships with bees. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 101, n. 3, p. 541–550, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10482-011-9664-2>.

ROSA, M. S. S. *et al.* Propriedades físico-químicas e atividade antibacteriana da geoprópolis produzida por *Melipona fasciculata* Smith. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722014000100001>.

SANTOS, A. M. dos *et al.* Estudo químico e avaliação da atividade antibacteriana de extratos e frações de geoprópolis de abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 4, p. 1129–1140, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20160069>.

SANTOS, F. A. P. dos *et al.* Antibacterial activity of Brazilian propolis and fractions against *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans*. **Molecules**, v. 14, n. 5, p. 1913–1922, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules14051913>.

SANTOS, J. A. dos *et al.* Chemical characterization of propolis from different geographical origins and identification of marker compounds. **Natural Product Research**, v. 36, n. 1, p. 123–128, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1808312>.

SANTOS, K. P. *et al.* Geoprópolis de abelhas sem ferrão: composição química, propriedades farmacológicas e perspectivas terapêuticas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 32, p. 127–144, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43450-021-00178-z>.

SILVA, L. C. A. da *et al.* Antibacterial and cytotoxic activities of geopropolis produced by *Melipona fasciculata* Smith. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 4, n. 9, p. 066–070, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7324/JAPS.2014.40912>.

SILVA, L. C. A. da *et al.* In vitro evaluation of antioxidant activity of geopropolis produced by *Melipona fasciculata* Smith from different vegetation cover areas. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, p. 1–9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/8431832>.

SILVA, S. R. da *et al.* Chemical composition, antimicrobial activity and antioxidant capacity of propolis from stingless bees: a comparative study. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 1–6, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.021>.

SILVA, T. M. S. *et al.* Phenolic profile, antioxidant and cytotoxic activities of geopropolis from two species of stingless bees. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 10, p. 2545–2550, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.027>.

SILVA, V. A. O. *et al.* Propriedades antimicrobianas da própolis de abelhas sem ferrão. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 14, n. 5, p. e11300, 2022. DOI: <https://doi.org/10.25248/reas.e11300.2022>.

SOTO-ESTRADA, G.; MORENO-ALTAMIRANO, L.; PAHUA DÍAZ, D. Epidemiological overview of Mexico's leading causes of morbidity and mortality. **Revista de la Facultad de Medicina (México)**, v. 59, n. 6, 2016.



TIWARI, P.; KUMAR, B.; KAUR, M.; KAUR, G.; KAUR, H. Phytochemical screening and extraction: a review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, v. 1, p. 98-106, 2011.

TORRES, A. R. *et al.* Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activity of propolis obtained from *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula* stingless bees. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 51, n. 6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1414-431x20187118>. Acesso em: 20 jul. 2025.

VALCANIA, C. P. *et al.* Antimicrobial activity of volatile oils from Brazilian stingless bees *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula* propolis. **Chemistry & Biodiversity**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200369>. Acesso em: 20 jul. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Antimicrobial resistance. 2023. Disponível em: <http://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 20 jan. 2025.