

ANÁLISE COMPARATIVA DOS DIFERENTES TIPOS DE PRÓPOLIS E SEUS EFEITOS ANTIMICROBIANOS E ANTIOXIDANTES NA SAÚDE HUMANA

COMPARATIVE ANALYSIS OF BRAZILIAN PROPOLIS TYPES AND THEIR ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT
EFFECTS ON HUMAN HEALTH

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TIPOS DE PROPÓLEOS BRASILEÑOS Y SUS EFECTOS ANTIMICROBIANOS Y
ANTIOXIDANTES EN LA SALUD HUMANA

Rosana Solon Tajra^{1*} ; Marízia Menezes Dias Pereira² ; Ana Sancha Malveira Batista³ 

¹Doutoranda em Biologia (UÉVORA), Mestre em Gestão Pública Municipal e Estadual (UEVA). Professora Assistente (UEVA), Sobral, Ceará, Brasil; ²Doutora em Ciências do Ambiente (UÉVORA). Professora Auxiliar (Paisagem, Ambiente e Ordenamento) (UÉVORA), Évora, Alentejo, Portugal; ³Doutorado em Zootecnia (UFPB). Coordenadora Zootecnia (UEVA), Sobral, Ceará, Brasil.

*Autor correspondente: rosanastajra@gmail.com.

Recebido: 30/08/2025 | Aprovado: 25/09/2025 | Publicado: 11/10/2025

Resumo: A própolis, substância resinosa produzida por abelhas a partir de exsudatos vegetais, destaca-se por sua diversidade química e propriedades terapêuticas. No Brasil, existem 13 tipos de própolis, entre os quais a verde, vermelha e marrom são as mais estudadas. Suas composições químicas variam conforme a origem botânica e geográfica, influenciando diretamente sua eficácia biológica. A extração etanólica é a mais utilizada para obtenção dos compostos ativos, embora métodos alternativos, como a extração com fluidos supercríticos, apresentem vantagens ambientais e de preservação dos princípios bioativos. Este estudo, conduzido por meio de uma revisão integrativa guiada pelo protocolo PRISMA, teve como objetivo analisar e comparar a composição química, a atividade antimicrobiana e a capacidade antioxidante das principais variedades de própolis brasileiras. A busca foi realizada na Biblioteca Virtual em Saúde, com seleção de sete artigos por meio do software Rayyan, que também auxiliou na avaliação de qualidade dos estudos. Os resultados indicam que a própolis possui múltiplas atividades biológicas, como ação antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, imunomoduladora e antiproliferativa. Evidências sugerem seu potencial no tratamento de infecções, doenças inflamatórias, leishmaniose e até como adjuvante em terapias oncológicas. Contudo, a variabilidade química entre os tipos de própolis e a ausência de padronização limitam seu uso clínico. Assim, são necessários estudos clínicos adicionais e regulamentações para validar sua segurança e eficácia terapêutica.

Palavras-chave: Matéria resinosa. Propriedade terapêutica. Atividade biológica. Brasil.

Abstract: Propolis, a resinous substance produced by bees from plant exudates, stands out for its chemical diversity and therapeutic properties. In Brazil, there are 13 types of propolis, among which green, red, and brown varieties are the most studied. Their chemical compositions vary according to botanical and geographical origin, directly influencing their biological efficacy. Ethanolic extraction is the most commonly used method to obtain active compounds, although alternative techniques such as supercritical fluid extraction offer environmental advantages and better preservation of bioactive properties. This study, conducted through an integrative literature review guided by the PRISMA protocol, aimed to analyze and compare the chemical composition, antimicrobial activity, and antioxidant capacity of the main Brazilian propolis varieties. The search was carried out in the Virtual Health Library, with 11 articles selected using the Rayyan software, which also supported the quality assessment of the studies. The results indicate that propolis exhibits multiple biological activities, including antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, immunomodulatory, and antiproliferative effects. Evidence suggests its potential in treating infections, inflammatory diseases, leishmaniasis, and even as an adjuvant in cancer therapies. However, the chemical variability among propolis types and the lack of standardization limit its clinical use. Therefore, additional clinical studies and regulatory frameworks are needed to validate its safety and therapeutic efficacy.

Keywords: Resinous matter. Therapeutic property. Biological activity. Brazil.

Resumen: El propóleo, una sustancia resinosa producida por las abejas a partir de exudados vegetales, se destaca por su diversidad química y propiedades terapéuticas. En Brasil, existen 13 tipos de propóleos, entre los cuales el verde, el rojo y el marrón son los más estudiados. Sus composiciones químicas varían según el origen botánico y geográfico, lo que influye directamente en su eficacia biológica. La extracción etanólica es la más utilizada para obtener los compuestos activos, aunque métodos alternativos, como la extracción con fluidos supercríticos, presentan ventajas ambientales y en la preservación de los principios bioactivos. Este estudio, realizado mediante una revisión integradora guiada por el protocolo PRISMA, tuvo como objetivo analizar y comparar la composición química, la actividad antimicrobiana y la capacidad antioxidante de las principales variedades de propóleos brasileños. La búsqueda se realizó en la Biblioteca Virtual en Salud, con la selección de siete artículos a través del software Rayyan, que también ayudó en la evaluación de la calidad de los estudios. Los resultados indican que el propóleo posee múltiples actividades biológicas, como acción antimicrobiana, antioxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora y antiproliferativa. Las evidencias sugieren su potencial en el tratamiento de infecciones, enfermedades inflamatorias, leishmaniasis e incluso como adyuvante en terapias oncológicas. Sin embargo, la variabilidad química entre los tipos de propóleos y la falta de estandarización limitan su uso clínico. Por lo tanto, se requieren estudios clínicos adicionales y regulaciones para validar su seguridad y eficacia terapéutica.

Palabras-clave: Materia resinosa. Propiedad terapéutica. Actividad biológica. Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A própolis é um material resinoso produzido por abelhas a partir de exsudatos vegetais, como folhas, brotos e flores. No Brasil, existem 13 tipos de própolis classificados com base em suas características físico-químicas (Silva *et al.*, 2017; Parque, Alencar & Aguiar, 2002). Dentre eles, destacam-se a própolis verde, proveniente da *Baccharis dracunculifolia*, rica em compostos fenólicos e ácidos orgânicos (Machado *et al.*, 2016); a própolis vermelha, derivada de *Dalbergia ecastophyllum*, comum em áreas de mangue (Daugusch, 2007); e a própolis marrom, associada ao gênero *Copaifera*, caracterizada pela presença de flavonoides e terpenos (Devequi-Nunes *et al.*, 2018).

A principal função da própolis está relacionada com a proteção da colmeia das abelhas, utilizada para vedação de espaços e prevenção de contaminações microbianas (Quintino *et al.*, 2020). Sua composição química é variada, contendo resinas (50%), ceras (30%) óleos essenciais (10%), pólen (5%) e diversas substâncias bioativas (5%), como flavonoides e ácidos fenólicos. Essa diversidade química depende da origem geográfica, das fontes vegetais utilizadas e das condições ambientais no momento da coleta (Devequi-Nunes *et al.*, 2018; Bankova, Castro & Marcucci, 2000).

Para obtenção dos compostos ativos da própolis, a extração etanólica tem sido a mais utilizada (Trusheva, Trunkova, Bankova, 2007), porém métodos alternativos, como o uso de fluidos supercríticos, vêm sendo estudados. Esse método apresenta vantagens, como menor impacto ambiental e preservação das propriedades antioxidantes, sendo promissor para as indústrias farmacêutica e alimentícia (Machado *et al.*, 2013).

Diferentes estudos apontam diversas propriedades biológicas da própolis, incluindo atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, citotóxica, antiparasitária e imunomoduladora. Em especial, a própolis vermelha e a verde demonstraram potencial na resposta imune contra a leishmaniose. Além disso, pesquisas indicam que a combinação do extrato de própolis com óxido nítrico pode acelerar a cicatrização, modulando a

produção de citocinas e a deposição de colágeno, sugerindo uma alternativa terapêutica para o tratamento da leishmaniose cutânea (Devequi-Nunes *et al.*, 2018).

Além disso, demonstra eficácia contra *Helicobacter pylori*, bactéria associada a doenças gástricas. Estudos indicam que seus constituintes, como flavonoides, terpenoides e fenólicos, atuam contra a *Mycobacterium tuberculosis*, reforçando sua utilização na medicina popular no tratamento da tuberculose. O efeito anestésico é outro aspecto relevante, ampliando seu potencial terapêutico (Quintino *et al.*, 2020).

Outro campo de interesse científico é a atividade antiproliferativa da própolis, especialmente no combate do câncer. Pesquisas reportadas no estudo de Quintino *et al.* (2020) apontam que seus compostos bioativos podem atuar como suplementos nutricionais durante tratamentos oncológicos, contribuindo para a inibição do crescimento de células tumorais. Estudos em diferentes linhagens celulares evidenciaram que extratos de própolis de diversas origens apresentam efeitos significativos nesse contexto, reforçando sua relevância como um potencial agente terapêutico complementar.

O estudo dos diferentes tipos de própolis é essencial devido à sua ampla gama de propriedades biológicas, incluindo efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, antioxidantes e imunomoduladores. Cada tipo de própolis apresenta uma composição química distinta, influenciada pela origem botânica e geográfica, o que afeta a sua eficácia terapêutica e possíveis aplicações na saúde humana. Além disso, a crescente busca por alternativas naturais aos antibióticos e anti-inflamatórios convencionais torna a própolis um alvo promissor para pesquisas farmacêuticas e biomédicas.

No entanto, há diversos desafios nesse campo de estudo. Um dos principais é a variabilidade química das diferentes própolis, que dificulta a padronização de seus extratos e a definição de dosagens terapêuticas seguras e eficazes. A falta de regulamentação e normativas globais padronizadas também compromete a reprodutibilidade dos estudos e a comercialização de produtos à base de própolis. Além disso, métodos de extração e purificação mais eficientes precisam ser desenvolvidos para garantir a obtenção de compostos bioativos em elevadas concentrações sem comprometer suas propriedades.

Outro desafio é a necessidade de mais estudos clínicos que comprovem a eficácia e a segurança da própolis em humanos, porque grande parte das pesquisas atuais ainda estão orientados para os testes *in vitro* e em animais. Dessa forma, a continuidade das investigações científicas é fundamental para validar o potencial terapêutico da própolis e ampliar seu uso na medicina e na indústria farmacêutica.

2 OBJETIVO

Esse estudo tem como objetivo analisar e comparar a composição química, a atividade antimicrobiana e a capacidade antioxidante das principais variedades de própolis (verde, vermelha, marrom, entre outras), além de abordar o seu potencial no combate a infecções e na prevenção de doenças crônicas relacionadas ao estresse oxidativo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão da literatura do tipo integrativa, que utilizou como guia de coleta de dados o PRISMA, criado com a finalidade de auxiliar os autores a melhorarem o relato de revisões sistemática e meta-análises (Galvão, Pansani & Harrad, 2015).

A pergunta norteadora determinada foi: “Quais são as diferenças na composição química, na atividade antimicrobiana e na capacidade antioxidante das principais variedades de própolis (verde, vermelha e marrom)?”.

Utilizou-se para a busca de fontes a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram obtidos onze artigos como resultado da busca, sendo um (1) artigo pertencente à Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), e dez (10) artigos da *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE). A estratégia de busca foi feita a partir dos descritores: “própole” AND “antimicrobiano” AND “antioxidante” AND “Brasil”.

3.1. Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos artigos disponíveis, na íntegra, nas bases de dados, preferencialmente publicados a partir de 2010, em inglês, sem restrição ao tipo de metodologia, relacionados com o tema central do projeto, análise química e dos diferentes tipos de própolis. Excluiu-se do estudo artigos com pesquisa que envolva animais, e que não estivessem disponíveis nas bases de dados.

Em acréscimo, foram utilizadas referências da área de etnobotânica não disponíveis nas bases de dados na área de saúde necessárias para descrever as morfologias e as composições químicas das plantas, a fim de contextualizar a origem dos tipos de própolis.

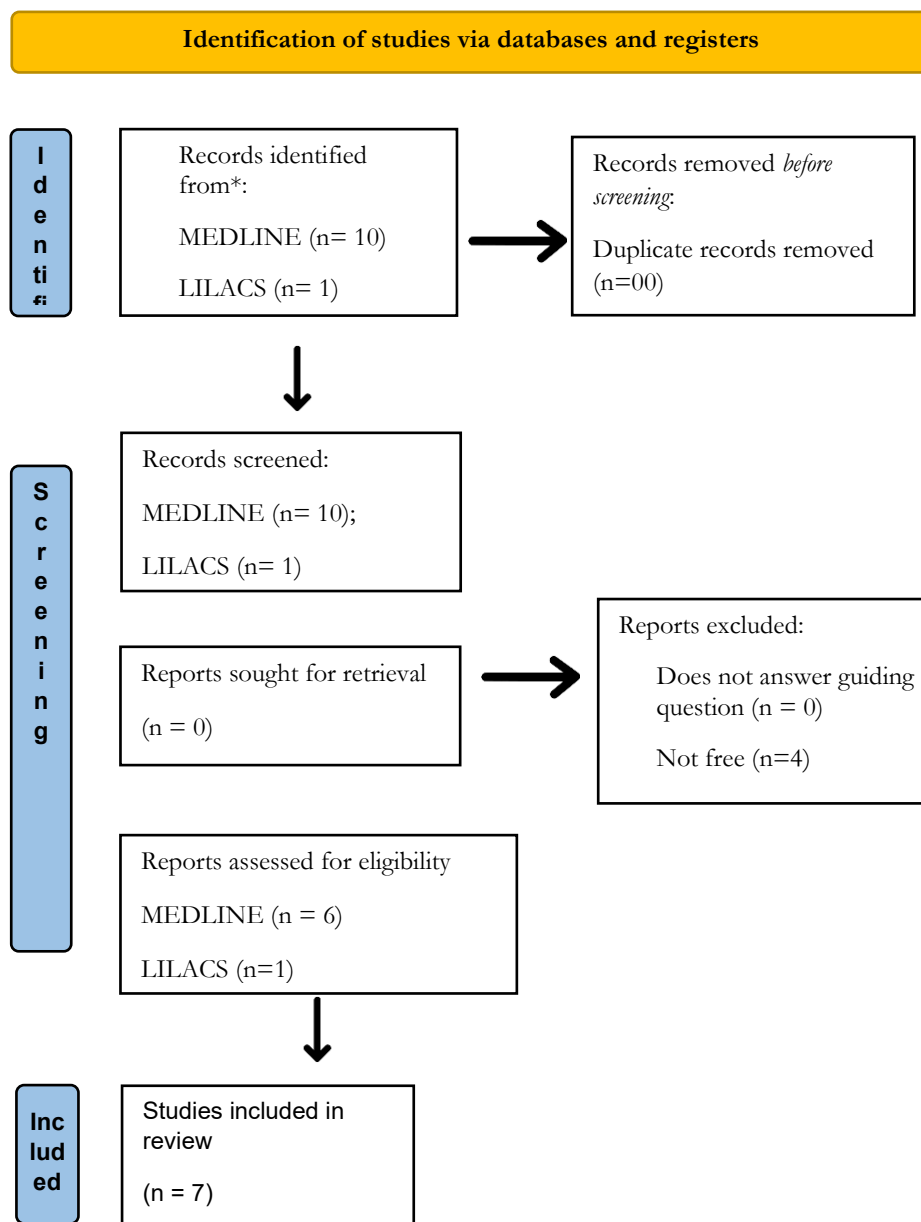
3.2. Avaliação de qualidade e extração de dados

Nessa etapa utilizou-se o Software de gestão de revisões *Rayyan-Intelligent Systematic Review* (Rayyan), que permite ter uma visão ampla dos estudos numa plataforma que acessa as informações de título, autores e resumo. Assim, possui ferramentas que permitem selecionar, ou não, os arquivos, bem como avaliá-los descritivamente e identificar duplicações, além de fazer avaliação por pares, verificando a sua qualidade (Ouzzani, Hammady, Fedorowicz & Elmagarmid, 2016).

Desse modo, dois investigadores independentes avaliaram a qualidade de cada estudo. Avaliou-se os artigos a partir de seus dados, realizando a comparabilidade dos assuntos, para analisar a importância das informações. Caso houvesse alguma inconsistência entre as determinações dos pesquisadores, solicitou-se o parecer de um terceiro pesquisador.

3.3. Elegibilidade dos estudos

Após a seleção de artigos de acordo com Rayyan, foi utilizado o Fluxograma PRISMA, com os manuscritos que foram inseridos no processo de análise conforme os critérios de inclusão e exclusão propostos. Na fase inicial da triagem, apenas com análise do título e resumo, não foram excluídos artigos, mas na segunda etapa da triagem, foram excluídos quatro artigos que não estavam disponíveis nas bases de dados. Obteve-se sete artigos como resultado, conforme demonstrado no fluxograma PRISMA, na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.

Fonte: Adaptado pelos autores.

3 RESULTADO

Os estudos analisados nas bases de dados demonstram a relevância da própolis brasileira, especialmente das variedades verde, vermelha e marrom, no contexto da pesquisa científica e suas aplicações terapêuticas (Quadro 1).

Quadro 1 – Apresentação dos artigos incluídos na revisão integrativa segundo título, autor, país, ano, base de dados, síntese de objetivos e tipo de estudo, 2025.

Título	Autor, país e ano	Base de dados	Síntese de objetivos	Tipo de estudo
1. Brazilian Green Propolis: Chemical Composition of Essential Oil and Their In Vitro Antioxidant, Antibacterial and Antiproliferative Activities	Quintino <i>et al.</i> Brasil, 2020	LILACS	Investigar a composição química e as atividades antioxidantes in vitro, anti- <i>Helicobacter pylori</i> , antimicobacterianas e antiproliferativas do óleo essencial (EO) da própolis verde brasileira (BGP-EO).	Estudo experimental
2. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction.	Devequi-Nunes <i>et al.</i> EUA, 2018	NIH - National Library of Medicine	Realizar a caracterização química, avaliar a capacidade antioxidante e a atividade antimicrobiana dos extratos de própolis obtidos por dois métodos de extração (etanólico e supercrítico) de três amostras (marrom, verde e vermelho) coletadas em diferentes regiões geográficas do Brasil (estado da Bahia).	Estudo experimental
3. Antioxidant, antimicrobial, antiparasitic, and cytotoxic properties of various Brazilian propolis extracts.	Silva <i>et al.</i> EUA, 2017	NIH - National Library of Medicine	Avaliar <i>in vitro</i> os efeitos antioxidantes, antimicrobianos, antiparasitários e citotóxicos de extratos de própolis vermelha, verde e marrom de diferentes regiões do Brasil, obtidos por métodos de extração etânicos e supercríticos.	Estudo experimental
4. Biological Activities of Red Propolis: A Review	Freitas <i>et al.</i> 2017	Bentham Science (MEDLINE)	Abordar as características mais importantes da RdProp, sua origem botânica, os principais constituintes, suas propriedades biológicas e as patentes relacionadas a este produto natural.	Revisão de literatura
5. A pharmacological perspective on the use of Brazilian Red Propolis and its isolated compounds against human diseases	Freires, Alencar & Rosalen. França, 2016	Eur j med chem (MEDLINE)	Discutir os avanços mais recentes no estudo do BRP como um candidato promissor para o desenvolvimento de formulações farmacêuticas, alimentos funcionais e também com relevância etnofarmacológica na medicina popular.	Revisão de literatura
6. Chemical Composition and Biological Activity of	Machado <i>et al.</i>	NIH - National	Avaliar extratos de própolis obtidos por extração supercrítica (SCO2) e	Estudo experimental

Extracts Obtained by Supercritical Extraction and Ethanol Extraction of Brown, Green and Red Propolis Derived from Different Geographic Regions in Brazil.	EUA, 2016	Library of Medicine (MEDLINE)	extração etânica (EtOH), em oito amostras de diferentes tipos de própolis (vermelha, verde e marrom), coletadas de diferentes regiões do Brasil.	
7. Brazilian red propolis: unreported substances, antioxidant and antimicrobial activities	Righi <i>et al.</i> Reino Unido, 2011	(MEDLINE)	Analisar extratos de clorofórmio, acetato de etila e metanol de uma amostra de própolis vermelha do estado de Alagoas (nordeste do Brasil) por cromatografia gasosa - espectrometria de massa e cromatografia líquida de alto desempenho - detecção de matriz de diodos - ionização eletrospray - espectrometria de massa.	Estudo experimental

Fonte: Autoras, 2025.

Os estudos experimentais, como os de Quintino *et al.* (2020), Devequi-Nunes *et al.* (2018), Silva *et al.* (2017) e Machado *et al.* (2016), avaliaram a composição química e as atividades biológicas dos extratos de própolis obtidos por diferentes métodos de extração, evidenciando propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antiparasitárias e citotóxicas. Além disso, o estudo de Righi *et al.* (2011) destacou a descoberta de novos compostos na própolis vermelha, ampliando o conhecimento sobre sua composição química e potencial farmacológico. Esses trabalhos reforçam a importância da metodologia experimental para a validação científica das propriedades terapêuticas da própolis.

Por outro lado, as revisões de literatura realizadas por Freitas *et al.* (2017) e Freires, Alencar & Rosalen (2016) forneceram uma visão abrangente sobre os avanços científicos relacionados à própolis vermelha, sintetizando informações sobre sua origem botânica, principais compostos e aplicações farmacológicas. Essas revisões analisaram estudos prévios e destacaram a relevância da própolis vermelha como um recurso natural promissor para a medicina e a indústria farmacêutica, enfatizando seu potencial no desenvolvimento de novos fármacos e alimentos funcionais. Assim, a abordagem metodológica baseada em revisões de literatura permite a consolidação do conhecimento existente e a identificação de lacunas para pesquisas futuras.

A diversidade metodológica dos estudos analisados demonstra a necessidade de uma abordagem multidisciplinar para compreender as propriedades da própolis e explorar suas aplicações terapêuticas. Os estudos experimentais fornecem evidências concretas sobre a eficácia biológica da própolis, enquanto as revisões de literatura contextualizam esses achados dentro do panorama científico mais amplo (Kim, Yong & Aslam, 2019). Percebe-se, então, que a combinação dessas metodologias fortalece a base científica para a utilização da própolis brasileira em diversas áreas da saúde, destacando seu potencial como um recurso natural valioso para a indústria farmacêutica e nutracêutica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo de Devequi-Nunes *et al.* (2018) avaliou a composição química e a atividade biológica de seis extratos de própolis obtidos por métodos convencionais e extração supercrítica. A análise química revelou variações significativas na composição dos extratos, sendo que a própolis verde apresentou alta concentração de artepelin C, um composto fenólico com potente atividade antioxidante e antimicrobiana. A própolis vermelha destacou pelo elevado teor de flavonoides e isoflavonas, enquanto a própolis marrom foi rica em terpenoides e ácidos fenólicos. Esses resultados evidenciam que a composição química da própolis depende da origem botânica e do método de extração empregado.

Os testes biológicos demonstraram que os extratos obtidos por extração supercrítica apresentaram maior eficácia antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas e fungos, com destaque para os extratos de própolis verde e vermelha, que inibiram significativamente o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. Em relação à atividade antioxidante, a própolis verde mostrou maior capacidade de neutralização de radicais livres, seguida pela própolis vermelha. Além disso, a análise citotóxica revelou que os extratos de própolis verde e marrom apresentaram efeito antiproliferativo contra células tumorais, sugerindo um potencial terapêutico promissor.

Devequi-Nunes *et al.* (2018) concluíram que a escolha do método de extração influencia diretamente a composição e a eficácia biológica da própolis, sendo a extração supercrítica a mais eficiente para preservar e concentrar compostos bioativos. Essa técnica, além de ser ambientalmente sustentável, potencializa as propriedades antimicrobianas, antioxidantes e antiproliferativas dos extratos de própolis, tornando-a uma alternativa viável para aplicações farmacêuticas e nutraceuticas. Estudos futuros são recomendados para aprofundar a investigação dos mecanismos de ação dos compostos identificados e ampliar seu uso em tratamentos terapêuticos.

O estudo de Machado *et al.* (2016) também analisou a composição química e a atividade biológica de extratos de própolis marrom, verde e vermelha provenientes de diferentes regiões do Brasil. Além disso, comparou dois métodos de extração – o convencional, utilizando etanol, e a extração por fluido supercrítico – para avaliar a eficiência na obtenção de compostos bioativos com potencial terapêutico.

Os resultados do estudo de Machado *et al.* (2016) mostraram que a própolis verde, rica em artepelin C e flavonoides, apresentou a maior capacidade antioxidante, indicando forte potencial na neutralização de radicais livres. Já a própolis vermelha, composta predominantemente por isoflavonas, como vestitol e neovestitol, exibiu a mais significativa atividade antimicrobiana, especialmente contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Por outro lado, a própolis marrom, contendo uma maior concentração de terpenos e flavonoides, demonstrou uma atividade antimicrobiana moderada e um perfil químico diverso, sugerindo potenciais aplicações terapêuticas específicas. Os testes antiparasitários revelaram que os extratos de própolis vermelha e verde foram eficazes contra *Leishmania amazonensis*, enquanto a própolis verde também demonstrou efeitos significativos contra *Trypanosoma cruzi*.

Machado *et al.* (2016) concluíram que as diferenças na composição química das própolis influenciam diretamente suas atividades biológicas, reforçando a importância da origem botânica e geográfica. Além disso, a extração por fluido supercrítico preservou melhor os compostos bioativos, tornando-se uma alternativa promissora à extração etanólica. O estudo destacou o grande potencial terapêutico das própolis brasileiras e a necessidade de pesquisas adicionais para padronizar seus extratos e validar suas aplicações farmacêuticas.

O estudo de Silva *et al.* (2017) avaliou as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antiparasitárias e citotóxicas de diferentes extratos de própolis brasileiras, analisando sua composição química e potencial terapêutico. Foram estudadas amostras de própolis verde, vermelha e marrom, coletadas de diferentes regiões do Brasil, para identificar a influência da origem botânica e geográfica na atividade biológica desses extratos.

Os resultados desse estudo demonstraram que a própolis verde, rica em artepelin C e compostos fenólicos, apresentou a maior capacidade antioxidante, auxiliando na neutralização de radicais livres e na proteção celular contra o estresse oxidativo. No teste antimicrobiano, os extratos de própolis vermelha foram os mais eficazes contra bactérias Gram-positivas, como *Staphylococcus aureus*, enquanto a própolis marrom demonstrou maior ação contra bactérias Gram-negativas, como *Escherichia coli*. Em relação à atividade antiparasitária, os extratos de própolis vermelha e verde exibiram efeitos significativos contra *Trypanosoma cruzi* e *Leishmania amazonensis*, sugerindo potencial aplicação no tratamento dessas infecções. Já na análise citotóxica, a própolis verde se destacou por apresentar efeito antiproliferativo contra células tumorais, reforçando sua possível utilização na terapia contra o câncer.

Silva *et al.* (2017) concluíram que cada tipo de própolis brasileira possui composições químicas distintas que influenciam diretamente sua atividade biológica. A própolis verde se destacou pelo elevado potencial antioxidante e citotóxico, enquanto a própolis vermelha mostrou maior ação antimicrobiana e antiparasitária. Já a própolis marrom demonstrou eficácia contra bactérias Gram-negativas. Esse estudo reforça o potencial terapêutico dessas própolis e destaca a necessidade de pesquisas adicionais para padronização dos extratos e validação clínica de seus efeitos, visando aplicações na indústria farmacêutica e na medicina.

As principais diferenças entre os três estudos acima citados estão na abordagem metodológica, nos testes biológicos realizados e nos resultados específicos para cada tipo de própolis, mas tanto Devequi-Nunes *et al.* (2018) quanto Machado *et al.* (2016) avaliaram a composição química e a atividade biológica das própolis verde, vermelha e marrom, além de compararem métodos de extração. No entanto, Devequi-Nunes *et al.* (2018) enfatizaram a influência do método de extração supercrítica na preservação dos compostos bioativos e no aumento da atividade antioxidante e antimicrobiana, especialmente para própolis verde e vermelha. Por outro lado, Machado *et al.* (2016) compararam a extração etanólica e supercrítica e destacou a atividade antiparasitária, mostrando que os extratos de própolis verde e vermelha foram eficazes contra *Leishmania amazonensis* e *Trypanosoma cruzi*.

O estudo de Silva *et al.* (2017) apresentou uma abordagem mais ampla ao investigar propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antiparasitárias e citotóxicas das mesmas própolis. Enquanto os outros dois estudos compararam métodos de extração, Silva *et al.* (2017) focaram na influência da origem botânica e geográfica na bioatividade dos extratos, observando que a própolis verde teve maior efeito antioxidante e

citotóxico, a própolis vermelha se destacou na ação antimicrobiana e antiparasitária, e a própolis marrom foi mais eficaz contra bactérias Gram-negativas. Assim, embora todos os estudos reforcem o potencial terapêutico das própolis brasileiras, cada um se diferencia pelo enfoque nas técnicas de extração, nos testes realizados e na ênfase nas atividades biológicas específicas.

O estudo de Quintino *et al.* (2020) investigou a própolis verde brasileira, que é derivada principalmente da planta *Baccharis dracunculifolia* e é rica em compostos bioativos, como artepelin C, flavonoides e ácidos fenólicos. A análise química confirmou a presença desses compostos, que são amplamente reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias.

Os testes biológicos demonstraram que os extratos da própolis verde apresentaram forte atividade antimicrobiana, sendo eficazes contra bactérias Gram-positivas, como *Staphylococcus aureus*, e Gram-negativas, como *Escherichia coli*. Além disso, os extratos também exibiram efeito antifúngico contra *Candida albicans*. A análise antioxidante revelou uma elevada capacidade de neutralização de radicais livres, o que reforça seu potencial na proteção celular contra o estresse oxidativo, um fator associado ao desenvolvimento de diversas doenças.

Quintino *et al.* (2020) concluíram que a própolis verde possui grande potencial terapêutico devido à sua composição química e alta atividade biológica. Seus efeitos antimicrobianos e antioxidantes sugerem aplicações promissoras na indústria farmacêutica e nutracêutica. No entanto, os pesquisadores destacam a necessidade de estudos adicionais para padronizar os extratos e validar sua eficácia clínica, visando garantir segurança e ampliar suas aplicações na saúde humana.

Freires, Alencar & Rosalen (2016) analisaram o potencial farmacológico da própolis vermelha brasileira e de seus compostos isolados no tratamento de diversas doenças humanas, abordando a composição química da própolis vermelha e suas principais atividades biológicas, destacando seu potencial terapêutico para aplicações na medicina e na indústria farmacêutica.

Os resultados indicaram que a própolis vermelha é rica em flavonoides e isoflavonas, como formononetina, vestitol e neovestitol, que demonstraram propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e antitumorais. Estudos analisados na revisão de Freires, Alencar & Rosalen (2016) mostraram que seus extratos são eficazes contra bactérias patogênicas, como *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*, além de apresentarem atividade antifúngica contra *Candida albicans*. Além disso, os compostos isolados da própolis vermelha exibiram efeitos antiproliferativos em células tumorais e propriedades imunomoduladoras, sugerindo aplicações na terapia do câncer e no fortalecimento do sistema imunológico.

Freires, Alencar & Rosalen (2016) concluíram que a própolis vermelha brasileira possui um grande potencial farmacológico devido à sua composição química única e às suas múltiplas atividades biológicas. No entanto, ressaltaram a necessidade de mais estudos clínicos para validar sua segurança, eficácia e viabilidade como alternativa terapêutica, reforçando a importância da exploração científica da própolis vermelha para o desenvolvimento de novos medicamentos naturais.

O estudo de Righi *et al.* (2011) teve como objetivo identificar novos compostos químicos na própolis vermelha brasileira e avaliar suas atividades antioxidantes e antimicrobianas. A pesquisa buscou aprofundar o

conhecimento sobre a composição dessa própolis e seu potencial terapêutico, considerando sua importância crescente na medicina natural e na indústria farmacêutica.

Os resultados revelaram a presença de substâncias inéditas na própolis vermelha, incluindo novos flavonoides e isoflavonas, além de compostos fenólicos já conhecidos, como vestitol e neovestitol. A análise antioxidante indicou uma elevada capacidade de neutralização de radicais livres, sugerindo que essa própolis pode atuar na proteção celular contra danos oxidativos. Em relação à atividade antimicrobiana, os extratos da própolis vermelha mostraram-se eficazes contra bactérias Gram-positivas, como *Staphylococcus aureus*, e contra fungos, como *Candida albicans*, reforçando seu potencial no desenvolvimento de agentes antimicrobianos naturais.

Righi *et al.* (2011) concluíram que a própolis vermelha brasileira possui uma composição química única, com substâncias bioativas que explicam suas fortes propriedades antioxidantes e antimicrobianas. A descoberta de novos compostos amplia as possibilidades de aplicação dessa própolis na saúde humana, destacando sua relevância para a pesquisa farmacêutica. No entanto, enfatizam a necessidade de mais estudos clínicos e toxicológicos para garantir sua segurança e eficácia antes de sua aplicação terapêutica em larga escala.

As atividades biológicas da própolis vermelha foram revisadas por Freitas *et al.* (2017), destacando seus principais compostos e potenciais aplicações terapêuticas, reunindo evidências científicas sobre os efeitos antioxidantes, antimicrobianos, anti-inflamatórios e imunomoduladores dessa própolis, analisando seu impacto na saúde humana e suas possíveis utilizações na indústria farmacêutica.

Os resultados indicaram que a própolis vermelha é rica em flavonoides e isoflavonas, como vestitol, neovestitol e formononetina, que desempenham papéis essenciais em suas propriedades biológicas. Estudos revisados por Freitas *et al.* (2017) demonstraram que essa própolis possui uma potente atividade antioxidante, ajudando a combater o estresse oxidativo e protegendo as células contra danos. Além disso, apresentou atividade antimicrobiana significativa, sendo eficaz contra bactérias patogênicas e fungos, como *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. Também foram observados efeitos anti-inflamatórios e imunomoduladores, sugerindo que a própolis vermelha pode ser útil no controle de doenças inflamatórias e na regulação da resposta imunológica.

Freitas *et al.* (2017) concluíram que a própolis vermelha possui um grande potencial terapêutico, podendo ser aplicada no tratamento de diversas doenças, especialmente aquelas relacionadas ao estresse oxidativo, infecções e inflamações. No entanto, ressaltaram a importância de mais estudos clínicos e toxicológicos para validar sua eficácia e segurança, permitindo seu uso mais amplo na medicina e na indústria farmacêutica.

O potencial farmacológico da própolis vermelha e seus compostos isolados foi relatado por Freires, Alencar & Rosalen (2016), destacando sua composição rica em flavonoides e isoflavonas, como formononetina, vestitol e neovestitol. Por outro lado, Righi *et al.* (2011), o único dos três estudos sobre própolis vermelha do tipo experimental com análise de suas atividades antioxidantes e antimicrobianas, focaram na identificação de novos compostos na própolis vermelha.

Freitas *et al.* (2017), assim como Freires, Alencar & Rosalen (2016), conduziram uma revisão abrangente das atividades biológicas da própolis vermelha. No entanto, esse estudo abordou não apenas suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, mas também seu potencial anti-inflamatório e imunomodulador.

As principais diferenças entre esses estudos estão na abordagem metodológica e no foco das análises. Enquanto Freires, Alencar, Rosalen (2016) enfatizaram a aplicação farmacológica da própolis vermelha, especialmente no combate ao câncer, Righi *et al.* (2011) focaram na identificação de novos compostos e na avaliação de suas atividades antimicrobianas e antioxidantes. Por sua vez, Freitas *et al.* (2017) exploraram os efeitos imunomoduladores e anti-inflamatórios da própolis vermelha. Apesar dessas diferenças, todos os estudos convergem para a ideia de que a própolis vermelha brasileira possui um alto potencial terapêutico e que mais pesquisas são necessárias para garantir sua segurança e eficácia antes de sua utilização em larga escala na indústria farmacêutica.

4 CONCLUSÃO

Diante da análise comparativa dos estudos apresentados, observa-se que a própolis brasileira, em suas variedades – verde, vermelha e marrom –, apresenta amplo potencial terapêutico devido à sua composição química rica em compostos bioativos, uma vez que a composição da própolis é influenciada tanto pela sua origem botânica e geográfica quanto pelo método de extração utilizado, sendo a extração supercrítica uma técnica promissora para preservar e concentrar seus compostos ativos. Além disso, fica evidente que a diversidade de atividades biológicas da própolis, incluindo efeitos antioxidantes, antimicrobianos, antiparasitários, anti-inflamatórios e antiproliferativos, com possíveis aplicações no combate ao câncer e no fortalecimento do sistema imunológico.

Vale ressaltar que o valor da própolis como um recurso natural mostra-se promissor para a indústria farmacêutica e nutracêutica, embora ainda sejam necessários estudos clínicos e toxicológicos mais aprofundados para validar sua eficácia e segurança em aplicações terapêuticas. A padronização dos extratos e a elucidação dos mecanismos de ação de seus compostos são passos fundamentais para que a própolis brasileira possa ser amplamente utilizada como uma alternativa natural e eficaz para o tratamento de diversas doenças.

Agradecimentos

Universidade de Évora, Évora, Portugal,

MED - Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Portugal

CHANGE – Global Change and Sustainability Institute, Institute for Advanced Studies and Research, Portugal

Faculdade de Odontologia Paulo Picanço, Ceará, Brasil,

Às professoras Dra. Marízia Pereira (Universidade de Évora) e Dra. Ana Sancha Malveira Batista (Universidade Estadual Vale do Acaraú)

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

RST escreveu o manuscrito, enquanto MMDP e ASMB revisaram, corrigiram e supervisionaram o conteúdo do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito antes do envio.

REFERÊNCIAS

- Bankova, V., Castro, S. de, & Marcucci, M. (2000). Própolis: avanços recentes em química e origem vegetal. Artigo de revisão Própolis: avanços recentes em química e origem vegetal. *Apidologia*. 31(1), 3–15. <https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/2000/01/M0105/M0105.html>
- Daugusch, A. (2007). *A própolis vermelha do nordeste do Brasil e suas características químicas e biológicas*. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas). <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?Codigo=vtls000406573>.
- Devequi-Nunes, D., Machado, B.A.S., Barreto, G.A., Rebouças, S. J., da Silva, D.F., da Rocha, J.L.C., et al. (2018). Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. *PLoS One* ; 13(12): e0207676, 2018.
- Freires, I. A., de Alencar, S.M., Rosalen, P. L. (2016). A pharmacological perspective on the use of Brazilian Red Propolis and its isolated compounds against human diseases. *Eur J Med Chem*; 110: 267-79. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0223523416300332?via%3Dihub>
- Freitas, M. C.D. de, de Miranda, M.B., de Oliveira, D. T., Vieira-Filho, S. A., Caligiorne, R. B.; de Figueiredo, S.M. (2017). Biological Activities of Red Propolis: A Review. *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov*;11(1): 3-12.
- Galvao, T., Pansani, T. A. & Harrad, D. (2015). Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol Serv Saude*. 24. 10.5123/S1679-49742015000200017.
- Kim, Y. J., Yong, Y. K., & Aslam, M. S. (2019). A narrative and meta-analytic study of in vivo efficiency of the bioactive compounds of propolis in tooth decay. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26), 28–35. <https://doi.org/10.5530/phrev.2019.2.1>
- Machado, B.A.S., Pereira, C.G., Nunes, S.B., Padilha, F.F., Umsza-Guez, M.A. (2013). Extração de Fluidos Supercríticos Usando CO 2: Principais Aplicações e Perspectivas Futuras. *Set Tecnologia de Ciência*. 48(18):2741–60.
- Machado, B.A., Silva, R.P., Barreto, G. de A., Costa, S.S., Silva, D.F., Brandão, H.N., et al. (2016). Chemical Composition and Biological Activity of Extracts Obtained by Supercritical Extraction and Ethanolic Extraction of Brown, Green and Red Propolis Derived from Different Geographic Regions in Brazil. *PLoS One*. 8;11(1): e0145954. doi: 10.1371/journal.pone.0145954. PMID: 26745799; PMCID: PMC4706314.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Parque, Y.K., Alencar, S.M., Aguiar, C.L. (2002). Origem Botânica e Composição Química da Própolis Brasileira. *J. Agrícola. Química de alimentos*. 50(9): 2502–2506. [10.1021/jf011432b](https://doi.org/10.1021/jf011432b)
- Quintino, R. L. et al. Brazilian Green Propolis: Chemical Composition of Essential Oil and Their In Vitro Antioxidant, Antibacterial and Antiproliferative Activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. vol.63: e20190408, 2020 <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2020190408>

Righi, A.A., Alves, T.R., Negri, G., Marques, L.M., Breyer, H. and Salatino, A. (2011). Brazilian red propolis: unreported substances, antioxidant and antimicrobial activities. J. Sci. Food Agric., 91: 2363-2370. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4468>

Silva, R.P.D., Machado, B.A., Barreto, G.A., Costa, S.S., Andrade, L.N., Amaral, R.G., et al. (2017). Antioxidant, antimicrobial, antiparasitic, and cytotoxic properties of various Brazilian propolis extracts. PLoS One. 30;12(3): e0172585. doi: 10.1371/journal.pone.0172585. PMID: 28358806; PMCID: PMC5373518.

Trusheva, B., Trunkova. D., Bankova, V. (2007). Diferentes métodos de extração de componentes biologicamente ativos da própolis; um estudo preliminar. Chem Cent J. 1(1):1–4 [DOI]