



Própolis na saúde e produção animal: uma revisão

Propolis in animal health and production: a review

Sílvia Cristina de Aguiar*¹ 

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Pontes e Lacerda, Mato Grosso, Brasil 

*autor correspondente: scaguiar@unemat.br

Recebido: 05 de abril de 2025. Aceito: 16 de setembro de 2025. Publicado: 17 de outubro de 2025. Editor: Luiz Augusto B. Brito

Resumo: A própolis é uma substância resinosa produzida pelas abelhas, conhecida por suas diversas propriedades biológicas, incluindo efeitos antimicrobianos, antioxidantes, anti-inflamatórios e imunomoduladores. Essas propriedades tornam a própolis um aditivo natural promissor para o manejo da saúde de animais domésticos, incluindo monogástricos e ruminantes. A suplementação com própolis melhora o desempenho de crescimento, promove a saúde intestinal por meio da modulação da microbiota e estimula as respostas imunes em aves e suínos. Suas propriedades antimicrobianas ajudam a reduzir infecções e promovem a saúde e produtividade geral. A própolis melhora a qualidade do leite em ruminantes, como bovinos e ovinos, aumentando os ácidos graxos benéficos e aprimorando a capacidade antioxidante. Ela também ajuda a reduzir a prevalência de mastite ao inibir patógenos, como o *Staphylococcus aureus*. Além disso, a própolis auxilia na proteção da saúde do úbere e garante maiores rendimentos de leite. Ademais, a própolis melhora a digestibilidade dos nutrientes e a eficiência alimentar, aumentando o crescimento e os índices produtivos dos animais. De forma geral, a incorporação da própolis na dieta animal oferece um meio natural e eficaz de aprimorar a saúde e a produtividade, reduzindo a dependência de antibióticos e promovendo práticas agrícolas sustentáveis. Os múltiplos benefícios da própolis ressaltam seu potencial como uma ferramenta valiosa na pecuária moderna.

Palavras-chave: antimicrobiano; antioxidante; compostos fenólicos; monogástrico; ruminante.

Abstract: Propolis is a resinous substance produced by bees that is known for its various biological properties, including antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory effects. These properties make propolis a promising natural additive for managing the health of domestic animals, including monogastric animals and ruminants. Propolis supplementation enhances growth performance, improves gut health by modulating the microbiota, and boosts immune responses in poultry and swine. Its antimicrobial properties help to reduce infections and promote overall health and productivity. Propolis improves milk quality in ruminants such as cattle and sheep by increasing beneficial fatty acids and improving antioxidant capacity. It also helps reduce the prevalence of mastitis by inhibiting pathogens, such as *Staphylococcus aureus*. In addition, propolis helps protect udder health and ensures higher milk yields. Moreover, propolis improves nutrient digestibility and feed efficiency, thereby improving animal growth and production metrics. Overall, incorporating propolis into animal diets offers a natural and effective means of enhancing animal health and productivity, reducing reliance on antibiotics, and supporting sustainable agricultural practices. The multifaceted benefits of propolis underscore its potential as a valuable tool in modern animal husbandry.

Keywords: antimicrobial; antioxidant; monogastric; phenolic compounds; ruminant.



1. Introdução

A própolis é um material resinoso coletado por abelhas operárias e sem ferrão (Meliponini) a partir de brotos e secreções de diversas espécies de árvores. Após ser coletado, esse material é enriquecido com secreções salivares e enzimáticas, sendo utilizado pelas abelhas para selar as paredes da colmeia, preencher fendas ou rachaduras e embalsamar insetos mortos que invadiram a colmeia ⁽¹⁾.

A composição química da própolis é vasta e complexa, tendo como principais componentes os compostos fenólicos (ácidos fenólicos, ésteres e flavonoides). A própolis tem sido objeto de inúmeros estudos farmacológicos devido às suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas, antivirais, anti-inflamatórias, hepatoprotetoras, antioxidantes, antitumorais, imunomoduladoras, entre outras ⁽²⁻⁵⁾. Esse potencial biológico decorre da sinergia entre seus diversos constituintes, especialmente os compostos fenólicos.

Impulsionadas por preocupações relacionadas ao uso de antibióticos com fins terapêuticos, profiláticos ou como promotores de crescimento, as propriedades da própolis despertaram grande interesse em sua utilização na produção animal. Essas preocupações surgem do aumento da resistência antimicrobiana, fato reforçado pela constatação de que a avoparcina, um antibiótico utilizado na Europa para estimular o crescimento animal, contribui para o aumento da resistência à vancomicina ⁽⁶⁾.

Os aditivos ionóforos, amplamente utilizados na alimentação de ruminantes para reduzir a produção de metano e amônia e aumentar a eficiência alimentar, foram proibidos na União Europeia desde janeiro de 2006 ⁽⁷⁾. É importante considerar que a inclusão de promotores de crescimento nas dietas animais, embora tenha representado uma inovação significativa no aprimoramento do desempenho zootécnico, pode levar ao aumento dos custos de alimentação. Essa prática tem sido alvo de críticas de grupos de consumidores, órgãos governamentais e instituições de pesquisa, que defendem tanto a proibição dessas substâncias quanto a busca por alternativas naturais aos fármacos sintéticos, garantindo que os produtos de origem animal estejam livres de resíduos potencialmente nocivos ⁽⁸⁾.

Nos últimos anos, a própolis e seus componentes têm sido amplamente estudados quanto ao uso na produção e na saúde de ruminantes e animais monogástricos. Pesquisas demonstram que a própolis apresenta grande potencial devido aos seus compostos bioativos, dotados de propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias ⁽⁹⁻¹¹⁾, capazes de melhorar a saúde geral dos animais domésticos.

A própolis melhora a digestibilidade e a eficiência alimentar em ruminantes, resultando em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar ⁽¹²⁾. Também tem se mostrado eficaz na redução de doenças entéricas e respiratórias, promovendo um crescimento mais saudável em animais monogástricos, como aves ⁽¹³⁾. Além disso, a própolis vem sendo estudada como alternativa natural aos antibióticos, contribuindo para a mitigação da resistência antimicrobiana ⁽¹⁴⁾.

A inclusão de própolis nas dietas animais melhora a qualidade dos produtos de origem animal, como leite ⁽¹⁵⁾ e carne ⁽¹⁶⁾, aumentando seu valor nutricional e comercial. No entanto, a falta de padronização da própolis dificulta a interpretação de alguns resultados. O termo “própolis” não representa de forma precisa sua composição química, uma vez que ela é derivada da flora predominante na região onde é produzida. Isso significa que a composição química da própolis pode variar significativamente entre diferentes regiões.

Comparar amostras de própolis provenientes de locais distintos, como Bulgária e Brasil, é equivalente a analisar extratos de duas plantas pertencentes a famílias botânicas diferentes ⁽¹⁷⁾. Para solucionar essa questão, publicações recentes sobre a atividade biológica da própolis passaram a incluir a caracterização química das substâncias utilizadas ⁽³⁾. Essa prática facilita a comparação e agrupamento dos resultados, contribuindo para uma melhor compreensão do modo de ação da própolis como alternativa aos promotores de crescimento antibióticos. Essa compreensão é essencial para pesquisas futuras, possibilitando o uso adequado de tipos específicos de própolis com determinadas propriedades biológicas na produção animal.

Este artigo revisa os principais estudos sobre o uso de diferentes tipos de própolis na produção e na saúde de animais monogástricos e ruminantes. O objetivo foi discutir as contribuições da própolis para a ciência animal e identificar áreas que requerem investigação mais aprofundada em estudos futuros.

2. Tipos de própolis e seus constituintes

As plantas são fontes vitais de compostos naturais. Além de seu papel como fonte de alimento para humanos e animais, as plantas fornecem recursos essenciais para que insetos criem produtos naturais valiosos. Isso é particularmente evidente na relação entre as abelhas e as plantas melíferas. As abelhas coletam néctar, pólen e resina do ambiente externo da colmeia para produzir mel, pólen apícola, e própolis ⁽¹⁸⁾.

A palavra “própolis” deriva do grego *pro* (“à frente de”, “em defesa de”) e *polis* (“comunidade” ou “cidade”), e, como o nome sugere, é uma substância usada na defesa da colmeia ⁽¹⁾. A própolis é um material resinoso coletado dos brotos e secreções de diversas espécies de árvores pelas abelhas operárias. As abelhas também podem coletar materiais ativamente secretados pelas plantas ou provenientes de seus exsudatos (por exemplo, material lipofílico presente em folhas e resinas) para produzir a própolis ⁽¹⁹⁾. Uma vez coletado, o material é enriquecido com secreções salivares e enzimáticas da colmeia. Como substância resinosa, a própolis é preparada pelas abelhas para selar fissuras e alisar as paredes, mantendo a umidade e a estabilidade da temperatura ao longo do ano. Ela também é importante na defesa contra microrganismos invasores ^(20, 21). A própolis bruta é normalmente composta por 50 % de resina vegetal, 30 % de cera, 10 % de óleos essenciais e aromáticos, 5 % de pólen e 5 % de outras substâncias orgânicas ⁽²⁰⁾. A origem botânica da resina é uma característica fundamental desse tipo de própolis. Em regiões temperadas, a maior parte da própolis é produzida a partir de espécies cultivadas de choupo (*Populus* spp.), que servem como principal fonte botânica das resinas utilizadas pelas abelhas, enquanto a própolis tropical tem origem principalmente em plantas silvestres ⁽²²⁾. A cor da própolis pode variar de verde a marrom ou avermelhada, dependendo de sua origem botânica ⁽²³⁾. A Tabela 1 apresenta os principais tipos de própolis, suas fontes botânicas e origens.

Tabela 1. Principais tipos de propolis, suas fontes botânicas, origem e composição química.

Tipo de propolis	Fonte botânica	Origem	Composição química majoritária	Referência
Verde	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC	Sudeste do Brasil (áreas de Cerrado)	Artepillin C Baccarina Drupanina	(21, 24, 25)
Vermelha	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (L.), <i>Symphonia globulifera</i> L.f. (Brasil) <i>Clusia scrobiculata</i> , <i>C. minor</i> , <i>C. major</i> (Venezuela) <i>C. rosea</i> (Cuba)	Litoral nordeste do Brasil, Cuba, México, China, Venezuela	Retusapurpurina A Retusapurpurina B Formononetina Biochanina A Medicarpina	(21, 26, 27)
Marrom	<i>Pinus</i> spp. <i>Eucalyptus</i> spp. <i>Araucaria angustifolia</i> <i>Hyptis divaricata</i>	Nordeste do Brasil, México, Europa, América do Norte, Ásia	Pinocembrina Pinobanksina Galangina Crisina Éster fenetílico do ácido cafeico (CAPE)	(24, 25)
Amarela	Indeterminada	Região Centro-Oeste do Brasil, Cuba	Triterpenoides (esqueletos de oleanano, lupano, ursano e lanostano)	(28)
Preta	<i>Mimosa hostilis</i> Benth.	Nordeste do Brasil	Ácido 3,4-di-hidroxibenzóico, rutina, ácido trans-cinâmico	(25)

Para a utilização ideal dos compostos fenólicos da propolis, eles devem ser purificados por extração com solvente. Esse processo remove materiais inertes e preserva a fração fenólica ⁽²⁹⁾. A técnica mais popular para a produção de extratos de propolis é a extração com etanol, uma vez que as substâncias ativas da propolis são solúveis em etanol ⁽³⁰⁾. No entanto, a extração com soluções hidroalcoólicas também tem mostrado efeitos significativos na extração de compostos fenólicos da propolis ⁽³¹⁾.

A composição química da propolis é vasta e complexa. Ela inclui compostos fenólicos (ácidos fenólicos, seus ésteres e flavonoides) como componentes principais, e ácidos graxos, carboidratos, aldeídos, aminoácidos, cetonas, chalconas, diidrochalconas, terpenoides, vitaminas e substâncias inorgânicas como componentes secundários ^(32, 1). Essa complexidade química é atribuída à ampla variedade de plantas das quais as abelhas a coletam. A composição da propolis varia de acordo com fatores como sua origem botânica, o tipo de abelha que a coleta e o clima e vegetação locais. A composição química da propolis é mais complexa em áreas com maior diversidade vegetal ⁽³³⁾. De acordo com Bankova ⁽³⁾, é importante que os pesquisadores que estudam a atividade biológica da propolis estejam atentos à padronização e saibam distinguir entre os diferentes tipos de propolis. A propolis tem sido objeto de inúmeros estudos farmacológicos devido às suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas, antivirais, anti-inflamatórias, hepatoprotetoras, antioxidantes, antitumorais e imunomodulatórias ^(2, 34-36). Esse potencial biológico deve-se ao sinergismo entre seus diversos constituintes ⁽³¹⁾, incluindo os compostos fenólicos.

Os fenóis são os principais componentes da própolis do tipo choupó, constituindo aproximadamente $28 \pm 9 \%$ de sua massa total. Desses, $8 \pm 4 \%$ consistem em flavonas/flavonóis e $6 \pm 2 \%$ em flavanonas/diidroflavonóis. Os fenóis, incluindo flavonoides, lignanas, derivados de ácido cafeoilquínico, derivados de ácido hidroxicinâmico e terpenos, são considerados as principais moléculas ativas na própolis de climas temperados e tropicais e de algumas regiões mediterrâneas. Dentre esses, os flavonoides são os mais importantes e atuam como os principais ingredientes biologicamente ativos da própolis ⁽³⁷⁾.

A própolis é geralmente dividida em diferentes grupos, como Choupó, Bétula, Verde, Vermelha, do Pacífico e Mediterrânea, com base em suas fontes botânicas e principais constituintes ⁽³⁸⁾. Essas categorias estão intimamente ligadas a zonas geográficas, incluindo regiões temperadas, mediterrâneas, subtropicais e tropicais ⁽³⁹⁾. Diferentes fontes vegetais influenciam a composição química da própolis, particularmente seu perfil fenólico. Em zonas temperadas (Europa, Ásia e América do Norte), a própolis é caracterizada por altos níveis de flavanonas e flavonas e baixos níveis de ácidos fenólicos e seus ésteres ⁽⁴⁰⁾. Perfis complexos de compostos fenólicos foram descritos na própolis de regiões tropicais, incluindo ácidos *p*-cumáricos prenilados, flavonoides prenilados, derivados de ácido cafeoilquínico e lignanas ^(41, 42). Amostras de própolis tropical, especialmente as do Brasil, apresentaram diferenças significativas em suas composições químicas em comparação com própolis de zonas temperadas. Portanto, a própolis brasileira tem despertado grande interesse científico. Dentre os flavonoides encontrados na própolis brasileira, destacam-se acacetina, pinobanksina, kaempferol, apigenina, pinocembrina, crisina, galangina, isosacuratenina e betuletol ⁽⁴³⁻⁴⁶⁾.

A própolis verde brasileira é um dos tipos de própolis mais amplamente estudados no mundo. Sua composição química faz dela um produto natural promissor, com diversas aplicações na indústria farmacêutica. Isso explica seu uso empírico ao longo dos séculos ⁽⁴⁷⁾. Entre os compostos fenólicos encontrados na própolis brasileira, o Artepillin C (Figura 1) tem atraído maior atenção dos pesquisadores e tem sido amplamente estudado nos últimos anos.

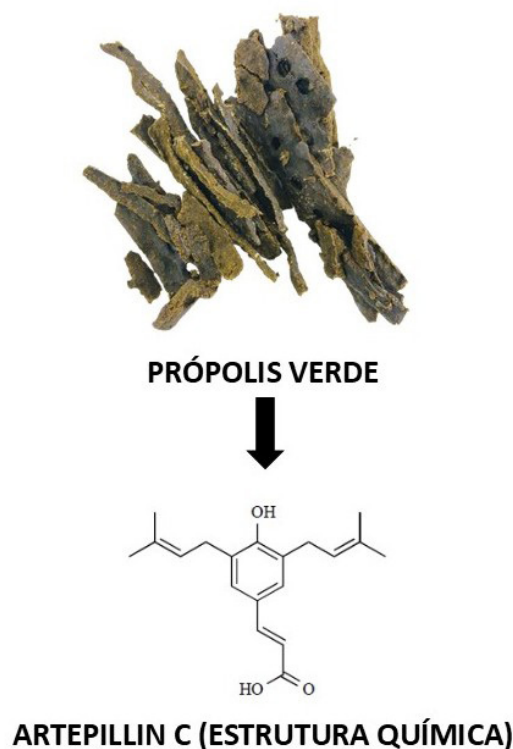


Figura 1. Artepillin C, composto fenólico encontrado na própolis brasileira.

O Artepillin C foi descoberto pela primeira vez na própolis brasileira em 1994 por Aga *et al.* ⁽⁴⁸⁾, que identificaram sua atividade antibacteriana. Essa descoberta, e sua semelhança estrutural com o éster fenetílico do ácido cafeico (CAPE) (presença de um sistema trans-cinamóico), aumentaram o interesse por esse composto. Diversas atividades farmacológicas importantes foram identificadas em um curto período, e alguns estudos revelaram o mecanismo de ação do Artepillin C ⁽⁴⁹⁾.

Recentemente, diversas atividades biológicas, como antioxidante, antimicrobiana e antitumoral, têm sido atribuídas ao Artepillin C ^(50, 51). Vários estudos relataram a presença do Artepillin C na própolis brasileira. Chang *et al.* ⁽⁴⁵⁾ analisaram extratos etanólicos de própolis verde brasileira (*Baccharis dracunculifolia*) e identificaram Artepillin C (63 % do pico base) nos extratos analisados. Outros pesquisadores também detectaram esse composto em extratos de própolis brasileira, tornando o Artepillin C um importante indicador da qualidade da própolis brasileira ^(51, 53).

Portanto, a própolis tem sido estudada para uso em ruminantes e animais monogástricos, com o objetivo de substituir ou complementar medicamentos e aditivos promotores de crescimento comumente utilizados na pecuária.

2.1 Principais aplicações da própolis na produção e saúde animal

A própolis é um aditivo promissor para a produção animal devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias. Seu uso pode reduzir a necessidade de antibióticos, diminuindo, assim, o risco de resistência antimicrobiana. Além disso, a própolis contribui para a melhora da saúde gastrointestinal, promovendo um microbioma equilibrado e aumentando a eficiência alimentar. Estudos demonstraram melhorias no ganho de peso e na imunidade em aves, suínos e ruminantes. A própolis também auxilia na cicatrização de feridas e na prevenção de doenças respiratórias, contribuindo para a saúde geral dos animais e, conseqüentemente, para a produtividade e qualidade dos produtos de origem animal.

2.2.1 Animais monogástricos

O uso da própolis em animais monogástricos, como suínos e aves, evoluiu significativamente nas últimas décadas. Inicialmente, sua aplicação era limitada e pouco estudada; no entanto, com o aumento das pesquisas, foram descobertas suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias.

Ma *et al.* ⁽⁵⁴⁾ conduziram dois experimentos para comparar os efeitos imunomoduladores da própolis, emulsão oleosa e sal de alumínio em cobaias vacinadas com uma vacina inativada contra o parvovírus suíno (PPV). O PPV afeta principalmente suínos e causa falhas reprodutivas em rebanhos de reprodução. A vacinação é o principal método de controle utilizado para proteger porcas e marrãs, garantindo o nascimento de leitões saudáveis. Os autores observaram que os três adjuvantes aumentaram o título de anticorpos, a proliferação de linfócitos T e a secreção de IL-2 e IL-4 por linfócitos esplênicos. A própolis apresentou desempenho semelhante ao da emulsão oleosa e superior ao do sal de alumínio, especialmente no período inicial da vacinação. Em um teste subsequente de proteção imunológica, a própolis e a emulsão oleosa aumentaram o título de anticorpos, elevaram os níveis séricos de IL-2 e IL-4 e reduziram o conteúdo de PPV no sangue e nos órgãos. A própolis mostrou-se particularmente eficaz em melhorar a resposta imune celular, sugerindo seu potencial como adjuvante eficaz para vacinas inativadas. Isso destaca a própolis como uma alternativa promissora para formulações vacinais.

Em outro estudo, Li e Kim ⁽⁵⁵⁾ avaliaram o efeito da adição de extrato da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e extrato etanólico de própolis de álamo (EEPA) sobre o crescimento, digestibilidade, perfil sanguíneo, microbiota fecal e emissões de gases nocivos em suínos em crescimento. Os animais foram divididos em três grupos alimentares: dieta controle e dietas contendo 0,05 % ou 0,10 % de EEPA. Os resultados indicaram que a inclusão do extrato de própolis melhorou o desempenho, a digestibilidade de nutrientes e a composição microbiana fecal. Além disso, observou-se uma redução significativa na emissão de gases nocivos, como amônia e sulfeto de hidrogênio. Esses achados sugerem que a própolis pode ser um suplemento alimentar benéfico para suínos, contribuindo para um crescimento mais eficiente e com menor impacto ambiental.

Outras propriedades da própolis também foram demonstradas em estudos com animais. Tanto a própolis vermelha quanto a verde apresentaram considerável atividade antiviral contra vírus herpes em animais. Simoni *et al.* ⁽⁵⁶⁾ analisaram o potencial antiviral de três tipos de própolis de duas regiões diferentes do Brasil contra vírus herpes equino, suíno e bovino. Os autores também compararam os efeitos inibitórios de própolis obtidas de duas espécies de abelhas. As amostras incluíram própolis vermelha e verde provenientes de *Apis mellifera* africanizadas e uma terceira amostra de *Tetragonisca angustula* (jataí). Além disso, foram obtidos extratos de *Baccharis* de quatro espécies: *B. oblongifolia*, *B. burchellii*, *B. dracunculifolia* e *B. uncinella*. O estudo utilizou concentrações não tóxicas dos extratos, que não causaram alterações morfológicas nas células durante os testes antivirais. Os resultados indicaram que a própolis vermelha foi eficaz contra os três herpesvírus, a própolis verde foi eficaz contra os vírus equino e suíno, e a própolis de jataí não apresentou atividade antiviral. A maioria dos extratos de *Baccharis* mostrou atividade antiviral contra os vírus herpes bovino e suíno, e apenas o extrato da fêmea de *B. oblongifolia* inibiu o vírus herpes equino. Esses resultados demonstram que a origem botânica da própolis influencia sua composição em flavonoides e compostos fenólicos, o que potencializa algumas de suas propriedades biológicas.

Aditivos de origem vegetal, como a própolis, são incluídos na alimentação animal devido aos seus benefícios à saúde. Eles podem melhorar o desempenho e o bem-estar dos animais e reduzir a necessidade de antibióticos, graças às suas propriedades antimicrobianas. Esses aditivos são comumente utilizados em dietas de suínos, especialmente durante o desmame. O desmame pode ser um período estressante para os leitões, que passam repentinamente do leite materno para o alimento seco, o que frequentemente causa distúrbios digestivos e diarreia, principal causa de mortalidade nessa fase ⁽⁵⁷⁾.

Em um estudo com leitões desmamados, Stolić *et al.* ⁽⁵⁸⁾ avaliaram a influência da própolis nativa no desempenho de crescimento, monitorando mudanças em parâmetros bioquímicos selecionados. Os leitões foram divididos em um grupo controle, alimentado com ração padrão, e um grupo experimental, suplementado com 1 g/kg de própolis. O estudo mostrou que os efeitos da própolis dependem de sua composição, metabolismo e dosagem. Os leitões suplementados apresentaram níveis mais altos de colesterol, triglicerídeos, ureia e enzimas hepáticas em comparação ao grupo controle, enquanto os níveis de albumina foram reduzidos. Essas alterações, dentro dos valores fisiológicos, sugerem a atividade imunomoduladora da própolis. O grupo experimental apresentou menor incidência de diarreia, provavelmente devido à presença de compostos antimicrobianos, como o ácido cinâmico. O aumento da alanina aminotransferase indica crescimento mais rápido, influenciado por ingredientes como isoflavonoides. Esse estudo mostrou que alimentos enriquecidos com própolis afetam positivamente a saúde geral, resultando em crescimento mais rápido e animais mais saudáveis e pesados a longo prazo.

Mais recentemente, Ma *et al.* ⁽⁵⁹⁾ investigaram a composição química, a eficácia anti-PPV e o potencial imunomodulador de um extrato etanólico de flavonas de própolis. Os autores identificaram flavonoides específicos responsáveis pelos efeitos imunomoduladores e destacaram seu potencial em reforçar a resposta imune. Além disso, o estudo demonstrou propriedades antivirais da própolis contra o PPV, sugerindo sua eficácia como alternativa natural para prevenção de doenças em suínos. Esses achados reforçam o uso da própolis para melhorar a saúde animal e reduzir a dependência de fármacos sintéticos.

Estudos recentes também exploraram o uso da própolis na avicultura, especialmente em frangos de corte e poedeiras, destacando seu potencial para melhorar a saúde e a produtividade. Em frangos de corte, a suplementação com própolis mostrou potencial para aumentar a taxa de crescimento, a eficiência alimentar e a qualidade da carne, além de reduzir a incidência de doenças e melhorar a resposta imune das aves. Em poedeiras, a própolis tem sido avaliada principalmente quanto ao seu efeito sobre a qualidade dos ovos e a saúde das aves. As pesquisas sobre o uso da própolis na avicultura estão em expansão e os resultados obtidos até o momento são promissores, sugerindo que esse produto natural pode ser uma alternativa viável aos antibióticos e outros aditivos sintéticos, contribuindo para uma produção de aves mais saudável e sustentável.

Shalmany e Shivazad ⁽⁶⁰⁾ investigaram os efeitos da suplementação dietética com própolis em frangos de corte da linhagem Ross. Os resultados mostraram que a suplementação com própolis melhorou significativamente o ganho de peso, a conversão alimentar e a eficiência produtiva das aves. Além disso, houve redução na mortalidade e melhora na saúde geral, atribuídas às propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias da própolis. As aves suplementadas também apresentaram melhor integridade intestinal, favorecendo a absorção de nutrientes. No geral, os autores concluíram que a própolis pode ser um suplemento alimentar eficaz para melhorar o desempenho e a saúde de frangos de corte.

A própolis também é um suplemento benéfico para mitigar os efeitos negativos do estresse térmico em frangos de corte e melhorar tanto o comportamento quanto a qualidade das penas. Um estudo anterior indicou que a suplementação com própolis reduziu significativamente comportamentos relacionados ao estresse, como agressividade e agitação. Além disso, houve melhora na pontuação de penas, indicando melhor condição física e bem-estar das aves. Frangos alimentados com maiores níveis de própolis apresentaram menor taxa de mortalidade e maior resistência ao calor ⁽⁶¹⁾.

Em outro estudo, Daneshmand *et al.* ⁽⁶²⁾ analisaram os efeitos complementares de um extrato etanólico a 70 % de própolis iraniana combinado com probióticos em frangos de corte machos. A combinação de própolis e probióticos melhorou significativamente o desempenho, refletido pelo aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar. Além disso, a resposta imune foi aprimorada, com aumento nos níveis de anticorpos e na atividade fagocítica. A análise dos metabólitos séricos revelou melhorias nos perfis lipídico e proteico, indicando melhor saúde metabólica nas aves. Em conclusão, a combinação de extrato de própolis e probióticos pode potencializar os efeitos benéficos de ambos os suplementos ao promover o crescimento, a saúde imunológica e o equilíbrio metabólico em frangos de corte.

A combinação de própolis e pólen na dieta pode melhorar efetivamente a saúde hepática e reduzir a incidência de patologias hepáticas em frangos de corte ⁽⁶³⁾. Foram examinados os efeitos da suplementação dietética com própolis e pólen de abelha sobre a patologia hepática em frangos. A suplementação com ambos os compostos resultou em uma redução significativa nas lesões hepáticas,

incluindo degeneração e infiltração gordurosa. A análise histopatológica revelou uma melhora na integridade e na função do fígado nas aves suplementadas. Além disso, foi observada uma diminuição nos marcadores de estresse oxidativo hepático, indicando um efeito protetor antioxidante.

A inclusão de própolis bruta e pólen de abelha na dieta pode promover a saúde intestinal e melhorar a absorção de nutrientes e a integridade estrutural do intestino em frangos de corte. Prakatur *et al.* ⁽⁶⁴⁾ investigaram os efeitos da suplementação com própolis e pólen sobre a morfologia intestinal de frangos. Os autores observaram que as aves suplementadas apresentaram um aumento significativo na altura das vilosidades e na profundidade das criptas, indicando uma capacidade aprimorada de absorção de nutrientes. Além disso, houve redução de lesões e inflamação intestinal. A suplementação também aumentou a atividade das enzimas digestivas, sugerindo uma maior eficiência digestiva.

A própolis também tem sido estudada para uso na produção de galinhas poedeiras. Pode ser um suplemento eficaz para melhorar a imunidade e a produção de anticorpos, contribuindo, assim, para a saúde e produtividade das aves. Um estudo avaliou os efeitos da suplementação com extrato de própolis (30 g de própolis em 100 mL de etanol a 70 %) sobre a produção de anticorpos em poedeiras e observou que as aves suplementadas apresentaram aumento significativo na produção de anticorpos, especificamente contra antígenos comuns utilizados na vacinação. A suplementação resultou em uma melhora na resposta imune humoral, evidenciada por maiores títulos de anticorpos. As aves suplementadas também apresentaram melhor resistência a infecções e menor incidência de doenças ⁽⁶⁵⁾.

Outro estudo investigou os efeitos de diferentes níveis de própolis dietética sobre parâmetros hematológicos e imunológicos em poedeiras ⁽⁶⁶⁾. Os pesquisadores verificaram que a inclusão de própolis turca preparada com etanol a 70 %, na dose de 3 g/kg de dieta, aumentou a produção de IgG e IgM em comparação com doses menores ou maiores. Eles também sugeriram que a dosagem da própolis pode desempenhar um papel crucial na estimulação imunológica em poedeiras. Além disso, galinhas poedeiras são frequentemente expostas a diversos estresses (ambientais, nutricionais, físicos, sociais e patológicos) que podem enfraquecer sua função imunológica e torná-las mais suscetíveis à fome e a doenças infecciosas. Portanto, a incorporação de 3 g/kg de própolis na dieta pode ajudar a proteger as aves dos efeitos prejudiciais do estresse e reduzir sua vulnerabilidade a doenças infecciosas.

O primeiro estudo sobre o efeito da própolis em fígado gorduroso de galinhas poedeiras foi publicado recentemente ⁽⁶⁷⁾. O objetivo foi investigar os efeitos da suplementação com própolis sobre o desempenho, a proporção de gordura hepática, a qualidade dos ovos e as enzimas antioxidantes em poedeiras alimentadas com dieta altamente energética, que pode levar ao fígado gorduroso. Os resultados mostraram que a proporção de gordura hepática aumentou significativamente e a produção de ovos diminuiu nas aves alimentadas com a dieta rica em energia. No entanto, quando 200 mg/kg de própolis foram adicionados à dieta, houve aumento da produção de ovos, redução da gordura hepática, diminuição dos níveis de lipídios de baixa densidade e triglicerídeos e aumento das atividades das enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase. Isso sugere que a adição de 200 mg/kg de própolis à dieta de poedeiras pode afetar positivamente diversos parâmetros.

A própolis também tem sido estudada na aquicultura, principalmente como promotora de crescimento em peixes. Abd-El-Rhman ⁽⁶⁸⁾ avaliou o aumento da resistência de *Oreochromis niloticus* à *Aeromonas hydrophila* utilizando própolis bruta e seu extrato etanólico como imunomoduladores inespecíficos e estudou seus efeitos sobre o desempenho de crescimento. Verificou-se que as melhores

taxas de crescimento e conversão alimentar foram obtidas com o extrato etanólico. O aumento no ganho médio diário, na taxa específica de crescimento e na eficiência alimentar foi altamente significativo no grupo com extrato etanólico, seguido pelo grupo com própolis bruta, em comparação com o controle. Também foi observado que a própolis bruta e o extrato etanólico reduziram a mortalidade induzida por *A. hydrophila* em comparação ao grupo controle. Esses resultados indicaram que ambos ativaram o sistema imune da tilápia-do-nilo. É importante observar que o desempenho do extrato etanólico foi superior ao da própolis bruta, provavelmente devido à maior ação dos compostos fenólicos extraídos, enquanto outros componentes, como ceras e resinas, podem ter limitado a ação dos compostos ativos na própolis.

A própolis demonstrou efeitos significativos como promotora de crescimento, agente hepatoprotetor e imunomodulador inespecífico em trutas arco-íris. Deng *et al.* ⁽⁶⁹⁾ estudaram o efeito de diferentes concentrações de extrato etanólico de própolis (EEP) sobre o desempenho e parâmetros bioquímicos plasmáticos de *Oncorhynchus mykiss*. Os autores verificaram que o EEP suplementar melhorou a eficiência de utilização da proteína e do alimento. Além disso, a suplementação com EEP aumentou as atividades plasmáticas de superóxido dismutase, lisozima, capacidade antioxidante total, glutatona peroxidase e catalase, enquanto reduziu os níveis de malondialdeído plasmático.

Com base nesses resultados, a própolis atua como um promotor natural de crescimento, melhorando a eficiência alimentar e o desempenho geral de animais monogástricos. A própolis também possui fortes propriedades antimicrobianas, que previnem infecções e reduzem a necessidade de antibióticos. Além disso, atua como um imunomodulador eficaz, fortalecendo a resposta imune e a resistência a doenças. Suas propriedades antioxidantes contribuem para a melhora da saúde e redução do estresse oxidativo em animais monogástricos. De modo geral, a própolis é um valioso aditivo natural que favorece uma produção animal saudável e eficiente.

2.2.2 Animais ruminantes

O uso da própolis está alinhado com a crescente demanda por práticas agropecuárias naturais e sustentáveis. A integração de aditivos naturais, como a própolis, na produção de ruminantes oferece um caminho viável para atender às expectativas de consumidores cada vez mais conscientes da saúde e do meio ambiente. A própolis é um aditivo natural promissor que pode melhorar a saúde, a produtividade e a sustentabilidade dos ruminantes. Diversos estudos investigaram os efeitos da própolis como aditivo de desempenho em ruminantes.

Em vacas leiteiras, a própolis melhora a produção e a qualidade do leite, contribuindo para maiores retornos econômicos aos produtores ⁽¹⁵⁾. Suas propriedades anti-inflamatórias ajudam a reduzir a mastite, um problema comum e oneroso na pecuária leiteira. Além disso, a própolis promove a saúde intestinal ao modular a microbiota ruminal, levando a uma melhor digestão e aproveitamento de nutrientes ⁽⁷⁰⁾.

De Aguiar *et al.* ⁽³¹⁾ avaliaram as atividades antimicrobianas de diferentes extratos de própolis verde brasileira contra bactérias ruminais pertencentes aos principais grupos funcionais (celulolíticos, amilolíticos e proteolíticos). Verificaram que, das 11 cepas testadas, oito foram sensíveis aos extratos de própolis. Os autores também avaliaram o efeito de alguns dos principais flavonoides e ácidos fenólicos presentes na própolis brasileira (incluindo Artepillin C) sobre essas mesmas cepas. Concluíram que apenas a naringenina apresentou efeito inibitório contra todas as cepas, sugerindo que a ação antimicrobiana da própolis não depende de um único composto, mas sim do sinergismo entre eles.

Aguiar *et al.* ⁽⁷⁰⁾ avaliaram os efeitos de três produtos à base de própolis (PBP), com diferentes concentrações de própolis verde e teor alcoólico, sobre o consumo, a digestibilidade (ruminal e intestinal) e parâmetros sanguíneos. Os autores observaram que todos os PBPs reduziram a digestibilidade ruminal da proteína bruta (PB), sugerindo que os PBPs aumentam o metabolismo do nitrogênio no rúmen ao reduzir a população de bactérias produtoras de amônia (N-NH₃), aumentando assim o fluxo de proteína microbiana para o intestino. Também relataram que um dos PBPs reduziu a concentração de N-NH₃ ruminal, indicando um efeito positivo sobre o metabolismo proteico. Em outro estudo, Aguiar *et al.* ⁽⁷¹⁾ observaram que a inclusão dietética de PBP melhorou a qualidade do leite ao modificar o perfil de ácidos graxos, aumentando o teor de CLA (*cis9,trans11-18:2*), elevando mono e poli-insaturados, reduzindo saturados e a razão n6:n3, além de aumentar a capacidade antioxidante do leite.

Em 2014, foi publicado o primeiro estudo que caracterizou isolados do rúmen de bovinos brasileiros tolerantes à própolis ⁽⁷²⁾. Nesse estudo, os autores utilizaram fenotipagem e identificação por 16S rRNA. Essas bactérias pertencem aos filos Firmicutes e Proteobacteria, predominantemente estreptococos (provavelmente *Streptococcus bovis*) com atividade amilolítica, bem como *Escherichia coli*, além de algumas cepas de *Clostridium bifermentans* e *Mitsuokella jalaludinii*. A maioria das cepas isoladas apresentou atividades amilolíticas e/ou sacarolíticas e eram bactérias Gram-positivas.

Silva *et al.* ⁽⁷³⁾ estudaram os efeitos de extratos de própolis verde brasileira sobre a presença de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas no fluido ruminal de bovinos. Os autores concluíram que os produtos utilizados como aditivos nesse experimento poderiam influenciar as características da flora ruminal, alterando sua composição bacteriana. Os autores observaram que os tratamentos à base de própolis afetaram tanto bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas, corroborando os achados de Aguiar *et al.* ⁽³¹⁾, que concluíram que o mecanismo de ação da própolis sobre as bactérias não depende da permeabilidade da membrana externa bacteriana, como ocorre com os aditivos ionóforos.

Gomes *et al.* ⁽⁷⁴⁾ testaram a adição de diferentes concentrações e doses de extrato de própolis marrom à dieta de ruminantes, investigaram os efeitos dessa suplementação sobre a degradação da dieta no fluido ruminal e avaliaram a cinética da produção cumulativa de gases *in vitro* utilizando modelos logístico não linear e exponencial duplo. Os autores verificaram que as dietas suplementadas com extrato etanólico a 100 % de própolis marrom promoveram maior degradabilidade e produção cumulativa de gases *in vitro*, concluindo que o extrato etanólico de própolis marrom pode ser incluído como aditivo nutricional em dietas de ruminantes.

A adição de própolis e vitamina E a dietas contendo óleo de linhaça para vacas leiteiras mostrou-se benéfica, pois não afetou negativamente os parâmetros digestivos (efeito antimicrobiano) e teve um efeito positivo sobre a qualidade do leite devido às suas propriedades antioxidantes ⁽⁷⁵⁾. O estudo também constatou que a adição de própolis à dieta aumentou a produção de CLA (*cis9,trans11-18:2*) no leite e o número de *Butyrivibrio fibrisolvens* no rúmen, sem interferir nos efeitos do óleo de linhaça sobre outros parâmetros avaliados.

Esses estudos demonstram que a própolis atua sobre os microrganismos ruminais por meio de suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Pesquisas indicam que a própolis pode inibir seletivamente certas bactérias nocivas, ao mesmo tempo em que estimula o crescimento de bactérias benéficas. Ela afeta a composição microbiana do rúmen, reduzindo a abundância de bactérias

Gram-positivas e Gram-negativas, como *Escherichia coli*, e promovendo o crescimento de espécies benéficas, como *Butyrivibrio fibrisolvens*. A própolis também altera o perfil de ácidos graxos, aumenta a produção de CLA e melhora a capacidade antioxidante, contribuindo para a saúde ruminal e o melhor aproveitamento de nutrientes pelos ruminantes. Seu mecanismo de ação é distinto dos aditivos ionóforos, pois não depende da alteração da permeabilidade da membrana bacteriana.

Varela *et al.* ⁽¹⁵⁾ avaliaram se o fornecimento de extrato de própolis (EP) influencia o consumo de nutrientes, a produção e a composição do leite, a bioquímica sérica e os parâmetros fisiológicos em vacas leiteiras sob estresse térmico. Os autores observaram que o fornecimento de 64 mL/dia de EP tendeu a aumentar a produção de leite em 11,64 % e a melhorar a eficiência alimentar bruta das vacas em 12,04 %. A administração de EP não afetou a composição do leite nem os parâmetros sanguíneos, mas reduziu a temperatura retal e a frequência respiratória das vacas. A própolis pode ajudar a reduzir o estresse térmico em ruminantes devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Ela atua neutralizando os radicais livres que podem agravar os efeitos das altas temperaturas, aliviando assim o estresse oxidativo. Além disso, ajuda a regular as respostas inflamatórias, resultando em melhor saúde e conforto geral dos animais. Ao fortalecer a função imunológica e reduzir os danos oxidativos induzidos pelo calor, a própolis ajuda os ruminantes a lidar de forma mais eficiente com o estresse térmico.

Em um estudo com pequenos ruminantes, de Melo Garcia *et al.* ⁽⁷⁶⁾ avaliaram o efeito de níveis crescentes de extrato de própolis vermelha (EPV) na dieta de ovinos confinados. Os autores examinaram seus efeitos sobre o desempenho animal, parâmetros morfométricos do rúmen e intestino e parâmetros histopatológicos do fígado e rins. Concluiu-se que o EPV vermelho pode ser utilizado como aditivo alimentar natural para aumentar as áreas absorptivas do rúmen e intestino, melhorar a saúde intestinal, elevar o índice de glicogênio hepático e promover o ganho de peso total em ovinos confinados, sem causar danos hepáticos ou renais.

A própolis também tem sido cada vez mais utilizada como medida preventiva contra a mastite bovina, devido às suas potentes propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias. Quando aplicada, pode ajudar a reduzir a incidência e a gravidade da mastite ao inibir o crescimento de patógenos e aliviar a inflamação do úbere. Estudos demonstraram que a própolis pode diminuir a contagem de células somáticas no leite, indicando melhora na saúde do úbere. Alguns estudos relataram atividade antimicrobiana da própolis contra determinadas bactérias responsáveis pela mastite bovina.

Loguercio *et al.* ⁽⁷⁷⁾ avaliaram *in vitro* a atividade de um extrato etanólico de própolis (EEP) (50 % de própolis [p/v] em solução alcoólica) e de antimicrobianos de uso comum contra agentes bacterianos de mastite bovina. Esse estudo utilizou 36 isolados de *Staphylococcus* sp. coagulase-positivos e 27 de *Streptococcus* sp., sendo que 94,4% dos *Staphylococcus* spp. e 85,2 % dos *Streptococcus* spp. foram suscetíveis ao EEP.

Saeki *et al.* ⁽⁷⁸⁾ isolaram *Staphylococcus aureus* de amostras de leite de animais com mastite e avaliaram sua sensibilidade a antibióticos comerciais e a um EEP a 30 %. Eles constataram que o efeito antimicrobiano da própolis sobre *Staphylococcus aureus* foi igualmente eficaz (acima de 90 %) em comparação com os antimicrobianos convencionais utilizados no tratamento dessa doença.

Barbosa *et al.* ⁽⁷⁹⁾ determinaram o potencial inibitório *in vitro* da própolis contra *Staphylococcus aureus* e observaram que a própolis apresenta ação inibitória contra essa bactéria causadora de mastite, tornando-se uma alternativa promissora aos bactericidas convencionais em estudos *in vivo*.

Enquanto isso, Klahr *et al.* ⁽⁸⁰⁾ avaliaram a atividade antimicrobiana *in vitro* de um EEP em diferentes concentrações contra as principais bactérias causadoras de mastite. Constataram que o EEP apresentou atividade inibitória contra 100 % das bactérias testadas em concentrações acima de 10 % (p/v) de própolis.

A própolis é importante na prevenção da mastite bovina devido às suas fortes propriedades antimicrobianas contra bactérias como *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* sp. Estudos mostraram que os extratos de própolis podem inibir eficazmente esses patógenos, às vezes superando os antibióticos convencionais. Sua origem natural e o baixo risco de desenvolvimento de resistência antimicrobiana fazem dela uma alternativa promissora para a prevenção da mastite. Além disso, a própolis apresenta propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes, fortalecendo ainda mais a saúde do úbere de vacas leiteiras. Esses atributos destacam seu potencial como uma ferramenta valiosa no manejo de rebanhos leiteiros.

2.3 Desafios na padronização da própolis para a produção animal: uma breve discussão

A aplicação da própolis na produção animal tem mostrado benefícios amplos e diversos, especialmente em animais monogástricos, como suínos e aves. Extratos etanólicos de própolis (EEP) têm sido utilizados em vários estudos devido à alta biodisponibilidade de compostos fenólicos e flavonoides. Por exemplo, sua inclusão em dietas de suínos melhora o desempenho produtivo, a digestibilidade de nutrientes e a composição da microbiota fecal, ao mesmo tempo em que reduz as emissões de gases nocivos, como amônia e sulfeto de hidrogênio. Esses resultados sugerem que os compostos ativos, melhor extraídos de soluções etanólicas, afetam significativamente a saúde intestinal e o meio ambiente.

Na avicultura, os extratos etanólicos de própolis têm mostrado potencial no combate ao estresse térmico e na promoção da integridade intestinal, favorecendo o ganho de peso e a eficiência alimentar em frangos de corte. Além disso, em galinhas poedeiras, a suplementação com própolis ajudou a reduzir a gordura hepática e a melhorar a qualidade dos ovos, especialmente quando alimentadas com dietas de alta densidade energética. Esses resultados confirmam os benefícios hepatoprotetores e antioxidantes da própolis extraída com etanol.

A própolis bruta, por outro lado, também tem sido utilizada em estudos com resultados promissores. Embora a presença de ceras e resinas limite a biodisponibilidade de seus compostos ativos, seus efeitos positivos sobre a imunidade e o desempenho de peixes e aves têm sido atribuídos às suas propriedades antimicrobianas e imunomoduladoras. No entanto, em comparação com os extratos etanólicos, a própolis bruta apresentou efeitos menos pronunciados sobre o crescimento e a conversão alimentar, destacando a importância de selecionar um método de extração de acordo com o objetivo pretendido. É importante notar que, apesar dos resultados positivos observados com a própolis bruta, seu uso prático tornou-se inviável. Isso ocorre porque, além do alto custo da própolis vendida em sua forma bruta, sua aplicação na saúde e produção de monogástricos é cara. O grande número de animais em sistemas de criação, seja na avicultura, suinocultura ou piscicultura, torna o uso de própolis bruta impraticável. Além disso, o custo da própolis bruta é muito elevado, e, sem a extração por solvente, a ação de seus compostos fenólicos é significativamente reduzida, pois outros componentes (como ceras) dificultam a liberação desses compostos.

Outra observação importante é que, ao comparar esses estudos com os tipos de própolis utilizados, torna-se evidente a influência do perfil químico da própolis sobre sua eficácia. Com base nos estudos acima, a própolis vermelha demonstrou maior atividade antiviral, enquanto a própolis verde foi eficaz contra vírus herpes em suínos e equinos. A origem botânica e a espécie de abelha produtora de própolis também desempenham papéis cruciais, pois a composição de flavonoides e fenóis varia de acordo com a localização e a flora predominante.

Em ruminantes, os efeitos da suplementação com própolis são significativamente influenciados pelo tipo de própolis utilizado e pelos métodos de extração empregados para isolar os compostos fenólicos. Essa relação decorre das variações na composição química entre os diferentes tipos de própolis e do impacto das técnicas de extração na disponibilidade e eficácia dos compostos bioativos.

Estudos demonstraram que a própolis verde apresenta forte atividade antimicrobiana e anti-inflamatória, modulando positivamente a microbiota ruminal. Por exemplo, ela promove o aumento de bactérias benéficas, como *Butyrivibrio fibrisolvens*, responsáveis pela síntese de CLA, enquanto reduz populações de bactérias produtoras de amônia, como *Clostridium aminophilum*. Essa modulação melhora a digestão proteica e a qualidade do leite, evidenciada por maiores níveis de ácidos graxos insaturados e maior capacidade antioxidante no leite.

A própolis marrom, que contém menor concentração de flavonoides do que a verde, mas continua relevante para a suplementação de ruminantes, tem sua eficácia associada às concentrações e métodos de extração. Por exemplo, extratos etanólicos de própolis marrom demonstraram melhor degradabilidade dietética e maior produção cumulativa de gases, indicando seu potencial como aditivo zootécnico.

Embora menos estudada, a própolis vermelha, rica em isoflavonas e polifenóis, sugere efeitos benéficos sobre a saúde intestinal de ruminantes. Estudos em ovinos mostraram que a própolis vermelha pode aumentar as áreas absorptivas do rúmen e intestinos, promovendo maior ganho de peso sem causar danos aos órgãos.

Os métodos de extração também desempenham um papel crucial. A escolha do solvente e da técnica afeta a concentração e a biodisponibilidade dos compostos fenólicos. Estudos destacam que extratos obtidos com etanol a 70 % ou 100 % apresentam maior eficácia antimicrobiana e antioxidante devido à melhor solubilização de flavonoides e ácidos fenólicos. No entanto, a concentração de etanol pode modular os resultados. Por exemplo, doses adequadas de extratos etanólicos de própolis marrom resultam em melhor degradabilidade alimentar no rúmen. Por outro lado, extratos alcoólicos de alta concentração demonstraram maior eficácia em estudos *in vitro* contra bactérias como *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus* spp., sugerindo que concentrações acima de 10 % de própolis em soluções alcoólicas são necessárias para resultados consistentes.

É importante ressaltar que a eficácia da própolis não depende de um único composto, mas sim da sinergia entre seus componentes bioativos. Portanto, a seleção do tipo de própolis e do método de extração deve ser estratégica e baseada em objetivos específicos de suplementação, como melhorar a saúde ruminal, a qualidade do leite e o desempenho produtivo. A padronização dos extratos e a definição de doses seguras e eficazes são etapas fundamentais para otimizar seu uso na nutrição de ruminantes.

O tipo e a composição química da própolis estão intimamente ligados à flora local. A vegetação predominante na região onde as abelhas coletam as resinas influencia diretamente o tipo de própolis obtido, como marrom, verde ou vermelha, resultando em composições químicas e propriedades biológicas distintas. Certos compostos servem como marcadores característicos dos diferentes tipos de

própolis. Um exemplo notável é a Artepillin C, um composto fenólico identificado na própolis verde brasileira. A alta concentração desse composto nessa própolis se deve à sua fonte botânica específica, que lhe confere uma composição química única, aplicável a todos os tipos de própolis.

Além disso, algumas fontes botânicas são exclusivas ou predominantes em determinadas regiões, tornando impossível considerar a própolis como uma substância uniforme, com composição e propriedades biológicas idênticas. Outro fator crítico é o método de extração utilizado; o tipo de solvente (água, etanol ou metanol) e a proporção entre eles (relação água/álcool) influenciam a capacidade de extração dos compostos fenólicos e suas concentrações. Como a própolis bruta não apresenta eficácia significativa, é essencial extrair seus compostos ativos.

Essas variáveis tornam inviável a padronização da própolis, uma vez que a composição e a concentração dos compostos fenólicos extraídos dependem tanto do tipo de própolis quanto do método de extração utilizado. Isso afeta diretamente suas propriedades biológicas, como atividades antimicrobianas e antioxidantes. Portanto, os estudos sobre os efeitos da própolis na saúde e produção animal não podem ser analisados em termos absolutos. Em vez disso, é necessário associar os efeitos observados aos extratos específicos de própolis utilizados em cada estudo.

4. Conclusão

O uso da própolis na produção animal tem ganhado destaque, principalmente devido às crescentes preocupações com a resistência microbiana e o uso indiscriminado de antibióticos. A própolis melhora o desempenho produtivo e a saúde de animais monogástricos e ruminantes, principalmente devido às suas propriedades antimicrobianas. No entanto, o tipo de própolis e os métodos de extração utilizados desempenham papéis cruciais na determinação da composição e concentração dos compostos fenólicos responsáveis pelos efeitos observados. Portanto, para melhor interpretar os resultados e desenvolver estudos futuros mais direcionados, é essencial relacionar os tipos de extratos de própolis com os compostos fenólicos extraídos, possibilitando uma compreensão mais profunda de seus mecanismos de ação sobre a saúde e a produção animal.

Declaração de conflito de interesses

A autora declara não haver conflito de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão disponibilizados mediante solicitação.

Contribuições do autor

Conceituação, Curadoria de dados, Metodologia, Redação (rascunho original, revisão e edição): S. C. de Aguiar.

Referências

1. Castaldo S, Capasso F. Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*. 2002;73 Suppl 1:S1-6. [http://dx.doi.org/10.1016/s0367-326x\(02\)00185-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0367-326x(02)00185-5)
2. Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chemistry*. 2004;84(3):329–39. [http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146\(03\)00216-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146(03)00216-4)
3. Bankova V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005;100(1–2):114–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004>
4. Kosalec I, Pepeljnjak S, Bakmaz M, Vladimir-Knezević S. Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products. *Acta Pharmaceutica*. 2005;55(4):423–30. https://www.researchgate.net/publication/7395100_Flavonoid_analysis_and_antimicrobial_activity_of_commercially_available_propolis_product

5. Alencar SM de, Aguiar CL de, Paredes-Guzmán J, Park YK. Composição química de *Baccharis dracunculifolia*, fonte botânica das própolis dos estados de São Paulo e Minas Gerais. *Ciência Rural*. 2005;35(4):909–15. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782005000400025>
6. Houlihan AJ, Russell JB. The susceptibility of ionophore-resistant *Clostridium aminophilum* F to other antibiotics. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2003;52(4):623–8. <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dkg398>
7. OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. 2003 Oct. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831>
8. da Silva CS, de Souza EJO, Pereira GFC, Cavalcante EO, de Lima EIM, Torres TR, Silva JRC, da Silva DC. Plant extracts as phytogetic additives considering intake, digestibility, and feeding behavior of sheep. *Tropical Animal Health and Production*. 2017;49(2):353–9. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-016-1199-y>
9. Zulhendri F, Lesmana R, Tandean S, Christoper A, Chandrasekaran K, Irsyam I, Suwantika AA, Abdulah R, Wathoni N. Recent update on the anti-inflammatory activities of propolis. *Molecules*. 2022;27(23):8473. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules27238473>
10. Rendueles E, Mauriz E, Sanz-Gómez J, González-Paramás AM, Vallejo-Pascual M-E, Adanero-Jorge F, García-Fernández C. Biochemical profile and antioxidant properties of Propolis from Northern Spain. *Foods*. 2023;12(23). <http://dx.doi.org/10.3390/foods12234337>
11. Rocha VM, Portela RD, dos Anjos JP, de Souza CO, Umsza-Guez MA. Stingless bee propolis: composition, biological activities and its applications in the food industry. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2023;5(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s43014-023-00146-z>
12. Paixão TR, de Almeida VVS, Oliveira AC, da Silva APG, Silva JWD, Santos LV, Lima Júnior DM, Silva RR. Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal Health and Production*. 2022;54(6):364. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-022-03376-4>
13. Mahmoud UT, Cheng HW, Applegate TJ. Functions of propolis as a natural feed additive in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 2016;72(1):37–48. <http://dx.doi.org/10.1017/s0043933915002731>
14. Helmy AK, Sidkey NM, Abdel-Aziz MM, El-Hela AA. Chemical composition of Egyptian propolis and studying its antimicrobial activity and synergistic action with honey against some multidrug-resistant uropathogens. *Scientific Reports*. 2025;15(1):17484. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-025-00773-1>
15. Varela AMG, de Lima Junior DM, de Araújo TLAC, de Souza Junior JBF, de Macedo Costa LL, Pereira MWF, Batista NV, Melo VLL, Lima PO. The effect of propolis extract on milk production and composition, serum biochemistry, and physiological parameters of heat-stressed dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55(4):244. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-023-03647-8>
16. Abd El-Ghany WA. Propolis (bee glue): A promising natural feed additive for poultry and rabbits – A review. *Annals of Animal Science*. 2024;24(4):1051–64. <http://dx.doi.org/10.2478/aoas-2024-0024>
17. Machado GM de C, Leon LL, De Castro SL. Activity of Brazilian and Bulgarian propolis against different species of Leishmania. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2007;102(1):73–7. <http://dx.doi.org/10.1590/s0074-02762007000100012>
18. Dezmirean DS, Pașca C, Moise AR, Bobiș O. Plant sources responsible for the chemical composition and main bioactive properties of poplar-type Propolis. *Plants*. 2020;10(1):22. <http://dx.doi.org/10.3390/plants10010022>
19. Bankova VS, de Castro SL, Marcucci MC. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie (Celle)*. 2000;31(1):3–15. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2000102>
20. Huang S, Zhang C-P, Wang K, Li GQ, Hu F-L. Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*. 2014;19(12):19610–32. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules191219610>
21. Ribeiro VP, Mejia JAA, Rodrigues DM, Alves GR, de Freitas Pinheiro AM, Tanimoto MH, Bastos JK, Ambrósio SR. Brazilian brown Propolis: An overview about its chemical composition, botanical sources, quality control, and pharmacological properties. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2023;33(2):288–99. <http://dx.doi.org/10.1007/s43450-023-00374-x>
22. Salatino A, Salatino MLF, Negri G. How diverse is the chemistry and plant origin of Brazilian propolis? *Apidologie (Celle)*. 2021;52(6):1075–97. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-021-00889-z>
23. Kuropatnicki AK, Szliszka E, Krol W. Historical aspects of propolis research in modern times. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013;2013:964149. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/964149>
24. Messias AC, Lopes GF, de Souza Oliveira R, Álvares Horta JG, Campos Oliveira D, Brumana Correa P, Caligiorne, RB, Binda, NS, Figueiredo SM. Comparison of physical and chemical properties of green and brown Brazilian Propolis collected in Minas Gerais, Brazil. *Chemistry & Biodiversity*. 2023;20(6):e202300382. <http://dx.doi.org/10.1002/cbdv.202300382>
25. Vieira ALS, Correia VT da V, Ramos ALCC, da Silva NHA, Jaymes LAC, Melo JOF, de Paula ACCFF, Garcia MAVT, Araújo, LRB. Evaluation of the chemical profile and antioxidant capacity of green, brown, and dark Propolis. *Plants*. 2023;12(18). <http://dx.doi.org/10.3390/plants12183204>
26. López BG-C, Schmidt EM, Eberlin MN, Sawaya ACHF. Phytochemical markers of different types of red propolis. *Food Chemistry*. 2014;146:174–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.063>

27. Rufatto LC, dos Santos DA, Marinho F, Henriques JAP, Roesch Ely M, Moura S. Red propolis: Chemical composition and pharmacological activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2017;7(7):591–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.06.009>
28. da Silveira CCS de M, Fernandes LMP, Silva ML, Luz DA, Gomes ARQ, Monteiro MC, Machado CS, Torres YR, de Lira TO, Ferreira AG Fontes-Júnior EA, Maia CSF. Neurobehavioral and antioxidant effects of ethanolic extract of yellow Propolis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016;2016:2906953. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2906953>
29. Alvarez-Suarez JM, editor. Bee products - chemical and biological properties. 1st ed. Basileia, Switzerland: Springer International Publishing; 2017. 306p. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-59689-1>
30. Pietta PG, Gardana C, Pietta AM. Analytical methods for quality control of propolis. *Fitoterapia*. 2002;73 Suppl 1:S7-20. [http://dx.doi.org/10.1016/s0367-326x\(02\)00186-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0367-326x(02)00186-7)
31. de Aguiar SC, Zeoula LM, Franco SL, Peres LP, Arcuri PB, Forano E. Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against rumen bacteria in vitro. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2013;29(10):1951–9. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-013-1361-x>
32. Dietemann V, Ellis J, Neumann P, editors. Standard methods for *Apis mellifera* hive product research. III. Ibra & Nbb. 2021. 464p. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1574449>
33. Belmehdi O, El Menyiy N, Bouyahya A, El Baaboua A, El Omari N, Gallo M, Montesano D, Naviglio D, Zengin G, Senhaji NS Goh BH, Abrini J. Recent advances in the chemical composition and biological activities of Propolis. *Food Reviews International*. 2023;39(9):6078–128. <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2022.2089164>
34. Ripari N, Sartori AA, da Silva Honorio M, Conte FL, Tasca KI, Santiago KB, Sforcin JM. Propolis antiviral and immunomodulatory activity: A review and perspectives for COVID-19 treatment. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2021;73(3):281–99. <http://dx.doi.org/10.1093/jpp/rgaa067>
35. Ożarowski M, Karpiński TM, Alam R, Łochyńska M. Antifungal properties of chemically defined Propolis from various geographical regions. *Microorganisms*. 2022;10(2):364. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms10020364>
36. Altuntaş Ü, Güzel İ, Özçelik B. Phenolic constituents, antioxidant and antimicrobial activity and clustering analysis of Propolis samples based on PCA from different regions of Anatolia. *Molecules*. 2023;28(3):1121. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28031121>
37. Šturm L, Ulrih NP. Advances in the Propolis chemical composition between 2013 and 2018: A review. *eFood*. 2020;1(1):24–37. <http://dx.doi.org/10.2991/efood.k.191029.001>
38. El-Guendouz S, Lyoussi B, Miguel MG. Insight on Propolis from Mediterranean countries: Chemical composition, biological activities and application fields. *Chemistry & Biodiversity*. 2019;16(7):e1900094. <http://dx.doi.org/10.1002/cbdv.201900094>
39. Pant K, Sharma A, Chopra HK, Nanda V. Impact of biodiversification on propolis composition, functionality, and application in foods as natural preservative: A review. *Food Control*. 2024;155(110097):110097. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110097>
40. Marcucci MC. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie (Celle)*. 1995;26(2):83–99. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19950202>
41. Boudourova-Krasteva G, Bankova V, Sforcin JM, Nikolova N, Popov S. Phenolics from Brazilian Propolis. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 1997;52(9–10):676–9. <http://dx.doi.org/10.1515/znc-1997-9-1016>
42. Banskota AH, Tezuka Y, Prasain JK, Matsushige K, Saiki I, Kadota S. Chemical constituents of Brazilian propolis and their cytotoxic activities. *Journal of Natural Products*. 1998;61(7):896–900. <http://dx.doi.org/10.1021/np980028c>
43. Park YK, Alencar SM, Aguiar CL. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(9):2502–6. <http://dx.doi.org/10.1021/jf011432b>
44. Sawaya ACHF, Souza KS, Marcucci MC, Cunha IBS, Shimizu MT. Analysis of the composition of Brazilian propolis extracts by chromatography and evaluation of their in vitro activity against gram-positive bacteria. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2004;35(1–2):104–9. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-83822004000100017>
45. Chang R, Piló-Veloso D, Moraes SAL, Nascimento EA. Analysis of a Brazilian green propolis from *Baccharis dracunculifolia* by HPLC-APCI-MS and GC-MS. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2008;18(4):549–56. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2008000400009>
46. Cottica SM, Amado DAV, Aguiar SC de, Boeing JS, Franco SL, Zeoula LM, Visentainer J. Antioxidant activity and lipid oxidation in milk from cows with soybean oil and propolis extract added to their feed. *Food Science and Technology*. 2019;39(2):467–74. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.33817>
47. Adriano Carlos Batista M, Rodrigues Nolasco E, Pedro Mendes Moura J, Lucas Ramos França R, Aparecida Lima de Moura S, Máximo Cardoso L, Ceron, CS. Green Propolis: A review of pharmaceutical patents with potential therapeutic applications. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*. 2024;27. <http://dx.doi.org/10.2174/0113862073298470240522093733>
48. Aga H, Shibuya T, Sugimoto T, Kurimoto M, Nakajima S. Isolation and identification of antimicrobial compounds in Brazilian Propolis. *Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry*. 1994;58(5):945–6. <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.58.945>

49. Bankova V. Chemical diversity of propolis makes it a valuable source of new biologically active compounds. *Journal of ApiProduct & ApiMedical Science*. 2009;1(2):23–8. <http://dx.doi.org/10.3896/ibra.4.01.2.01>
50. Veiga RS, De Mendonça S, Mendes PB, Paulino N, Mimica MJ, Lagareiro Netto AA, Lira IS, López BG-C, Negrão V, Marcucci MC. Artepillin C and phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green propolis and *Baccharis dracunculifolia* DC. *Journal of Applied Microbiology*. 2017;122(4):911–20. <http://dx.doi.org/10.1111/jam.13400>
51. Ceva Antunes O, Mendes da Silva J, Duque Estrada G. Artepillin C: A Review. *Letters in Drug Design & Discovery*. 2008;5(2):88–92. <http://dx.doi.org/10.2174/157018008783928436>
52. Chikaraishi Y, Izuta H, Shimazawa M, Mishima S, Hara H. Angiostatic effects of Brazilian green propolis and its chemical constituents. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2010;54(4):566–75. <http://dx.doi.org/10.1002/mnfr.200900115>
53. Zhang C-P, Shen X-G, Chen J-W, Jiang X-S, Wang K, Hu F-L. Artepillin C, is it a good marker for quality control of Brazilian green propolis? *Natural Product Research*. 2017;31(20):2441–4. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2017.1303697>
54. Ma X, Guo Z, Shen Z, Wang J, Hu Y, Wang D. The immune enhancement of propolis adjuvant on inactivated porcine parvovirus vaccine in guinea pig. *Cellular Immunology*. 2011;270(1):13–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cellimm.2011.03.020>
55. Li J, Kim IH. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall extract and poplar propolis ethanol extract supplementation on growth performance, digestibility, blood profile, fecal microbiota and fecal noxious gas emissions in growing pigs: Yeast Cell Wall and Propolis in Growing Pigs. *Animal Science Journal*. 2014;85(6):698–705. <http://dx.doi.org/10.1111/asj.12195>
56. Simoni IC, Aguiar B, Navarro AM de A, Parreira RM, Fernandes MJB, Sawaya ACHF, Fávero OA. In vitro antiviral activity of propolis and *Baccharis* sp. extracts on animal herpesviruses. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2018;85(0). <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000972016>
57. Montoya D, D'Angelo M, Martín-Orúe SM, Rodríguez-Sorrento A, Saladrigas-García M, Araujo C, Chabrilat T, Kerros S, Castillejos L. Effectiveness of two plant-based in-feed additives against an *Escherichia coli* F4 oral challenge in weaned piglets. *Animals*. 2021;11(7):2024. <http://dx.doi.org/10.3390/ani11072024>
58. Stolić I, Popović M, Mršić G, Vlahović K, Špoljarić D. The effect of native propolis on serum biochemical parameters in weaned piglets. *Veterinarski Arhiv*. 2019;89(2):201–10. <http://dx.doi.org/10.24099/vet.arhiv.0096>
59. Ma X, Guo Z, Li Y, Yang K, Li X, Liu Y, Shen Z, Zhao L, Zhang Z. Phytochemical constituents of Propolis flavonoid, immunological enhancement, and anti-porcine Parvovirus activities isolated from Propolis. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:857183. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2022.857183>
60. Shalmany S, Shivazad M. The effect of diet Propolis supplementation on Ross broiler chicks performance. *International Journal of Poultry Science*. 2006;5(1):84–8. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.84.88>
61. Mahmoud UT, Abdel-Rahman MAM, Darwish MHA, Applegate TJ, Cheng H-W. Behavioral changes and feathering score in heat stressed broiler chickens fed diets containing different levels of propolis. *Applied Animal Behaviour Science*. 2015;166:98–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2015.03.003>
62. Daneshmand A, Sadeghi GH, Karimi A, Vaziry A, Ibrahim SA. Evaluating complementary effects of ethanol extract of propolis with the probiotic on growth performance, immune response and serum metabolites in male broiler chickens. *Livestock Science*. 2015;178:195–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.04.012>
63. Klaric I, Pavic M, Miskulin I, Blazicevic V, Dumic A, Miskulin M. Influence of dietary supplementation of Propolis and bee pollen on liver pathology in broiler chickens. *Animals*. 2018;8(4):54. <http://dx.doi.org/10.3390/ani8040054>
64. Prakatur I, Miskulin M, Pavic M, Marjanovic K, Blazicevic V, Miskulin I, Domacinovic M. Intestinal morphology in broiler chickens supplemented with Propolis and bee pollen. *Animals*. 2019;9(6):301. <http://dx.doi.org/10.3390/ani9060301>
65. Freitas JA, Vanat N, Pinheiro JW, Balarin MRS, Sforcin JM, Venancio EJ. The effects of propolis on antibody production by laying hens. *Poultry Science*. 2011;90(6):1227–33. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2010-01315>
66. Cetin E, Silici S, Cetin N, Güçlü BK. Effects of diets containing different concentrations of propolis on hematological and immunological variables in laying hens. *Poultry Science*. 2010;89(8):1703–8. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00546>
67. Bölükbaşı ŞC, Ürüşan H, Apaydın Yıldırım B. The effect of propolis addition to the laying-hen diet on performance, serum lipid profile and liver fat rate. *Archives Animal Breeding*. 2023;66(3):225–32. <http://dx.doi.org/10.5194/aab-66-225-2023>
68. Abd-El-Rhman AMM. Antagonism of *Aeromonas hydrophila* by propolis and its effect on the performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish and Shellfish Immunology*. 2009;27(3):454–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2009.06.015>
69. Deng J, An Q, Bi B, Wang Q, Kong L, Tao L, Zhang X. Effect of ethanolic extract of propolis on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 2011;37(4):959–67. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-011-9493-0>
70. Aguiar SC, Paula EM, Yoshimura EH, Santos WBR, Machado E, Valero MV, Santos GT, Zeoula LM. Effects of phenolic compounds in propolis on digestive and ruminal parameters in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014;43(4):197–206. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982014000400006>
71. Aguiar SC, Cottica SM, Boeing JS, Samensari RB, Santos GT, Visentainer JV, Zeoula LM. Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. *Animal Feed Science and Technology*. 2014;193:148–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeeds.2014.04.006>

72. de Aguiar SC, Zeoula LM, do Prado OPP, Arcuri PB, Forano E. Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2014;30(11):2917–26. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-014-1719-8>
73. Silva SCC, Gasparino E, Vesco APD, Balini V, Zeoula LM, Tanamati F, Garcia ALS. Efeito do uso de própolis sobre a presença de bactérias gram-positivas e negativas no líquido ruminal de bovinos. *Acta Tecnológica*. 2017;11(2):11–26. <http://dx.doi.org/10.35818/acta.v11i2.192>
74. Gomes M de FF, Ítavo CCBF, Ítavo LCV, Leal CRB, Silva JA da, Heimbach N da S, Leal ES. In vitro fermentation characteristics of ruminant diets using ethanol extract of brown propolis as a nutritional additive. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2017;46(7):599–605. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000700007>
75. Yoshimura EH, Santos NW, Machado E, Agostinho BC, Pereira LM, de Aguiar SC, Franzolin C, Gasparino E, dos Santos GT, Zeoula LM. Effects of dairy cow diets supplied with flaxseed oil and propolis extract, with or without vitamin E, on the ruminal microbiota, biohydrogenation, and digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 2018;241:163–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.024>
76. de Melo Garcia PH, Ribeiro NL, de Oliveira JS, de Lima Júnior DM, de Almeida VVS, da Silva EG, Costa TM, Guerra RR. Red propolis extract as a natural ionophore for confined sheep: performance and morphological and histopathological changes. *Tropical Animal Health and Production*. 2023;55(6):391. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-023-03799-7>
77. Loguercio AP, Groff ACM, Pedrozzo AF, Witt NM, Silva MS e., Vargas AC de. Atividade in vitro do extrato de própolis contra agentes bacterianos da mastite bovina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2006;41(2):347–9. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2006000200021>
78. Saeki EK, Peixoto ECTM, Matsumoto LS, Marcusso PF, Monteiro RM. Mastite bovina por *Staphylococcus aureus*: sensibilidade às drogas antimicrobianas e ao extrato alcoólico de propolis. *Acta Veterinaria Brasilica*. 2011;5(3):284–90.
79. Barbosa MS, Vieira GHC, Andrade WP, Bardivieso DM. Uso da própolis no controle in vitro da bactéria gram-positiva *Staphylococcus aureus* causadora da mastite em vacas leiteiras. *Boletim da Indústria Animal*. 2014;71(2):122–6. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v71n2p22>
80. Kihar GT, Isola JV, Da Rosa CS, Giehl DZ, Martins AA, Bartmer ME, Segabinazzi LR. Antimicrobial activity of the ethanolic extract of propolis against bacteria that cause mastitis in cattle. *Biotemas*. 2019;32(1):1–10. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n1p1>