



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PATRÍCIA MENDES GUIMARÃES

**Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação
ruminal e promotor do crescimento em ruminantes**

Maceió

2023

PATRÍCIA MENDES GUIMARÃES

Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes

Tese apresentada a Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos necessários à progressão da classe de Professor Associado IV para a classe de Professor Titular

Maceió
2023

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

G963p Guimarães, Patrícia Mendes.

Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes / Patrícia Mendes Guimarães. - Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas, 2023.

80f.: il; 33 cm

Tese (Concurso para Professor Titular Calsse E) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Ruminantes. 2. Amônia ruminal. 3. Digestibilidade. 4. Ensino superior. I. Título.

CDU: 636.2:378.124

Folha de Aprovação

PATRÍCIA MENDES GUIMARÃES

Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes

Tese apresentada à Universidade Federal de Alagoas em 06/12/2023, como parte dos requisitos necessários à progressão da Classe de Professor Associado IV para classe de Professor Titular.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente



SANDRA ROSELI VALERIO LANA

Data: 13/12/2023 09:42:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente: Profa. Dra. Sandra Roseli Valerio Lana
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente



JOSE CRISOLOGO DE SALES SILVA

Data: 14/12/2023 13:10:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo: Prof. Dr. Crisólogo de Sales Silva
(Universidade Estadual de Alagoas)

Documento assinado digitalmente



MARCELO DE ANDRADE FERREIRA

Data: 14/12/2023 11:58:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo: Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Documento assinado digitalmente



ROBERTO GERMANO COSTA

Data: 18/12/2023 09:11:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Externo: Prof. Dr. Roberto Germano Costa
(Universidade Federal da Paraíba)

*A Painho, Mainha e tia Nena. Por todo amor e
investimento na minha educação.*

*A Roger, Roginho e Luquinhas. Por toda felicidade
que eles me proporcionam.*

Com amor, DEDICO

Agradecimentos

A finalização desse documento está sendo especial para mim, porque me faz sentir mais forte, ao conseguir superar problemas pessoais que me fizeram procrastinar e por ser, provavelmente, minha última tese acadêmica. Nesse momento, gostaria de agradecer a quem, às vezes sem nem saber, foi muito importante na construção desse trabalho.

Ao Roger Nicolas Beelen, meu companheiro de vida, por escolher compartilhar os ótimos e não tão bons momentos comigo, sempre ao meu lado, apoiando, trabalhando junto e me dando amor.

Aos meus filhos, Roger Guimarães Beelen e Lucas Guimarães Beelen, que me incentivaram e cobraram a escrita deste documento. Obrigada pelo “eu vou quando você for” ou “vá você escrever sua tese”, quando eu cobrava de vocês estudo... a psicologia reversa funcionou! Afinal, a melhor forma de ensinar é pelo exemplo.

Aos orientados e agregados, em especial aos que participaram desse estudo: Iasmin Myrele Santos Calaça de Farias, Pedro Henrique de Melo Garcia, Douglas dos Santos, Felipe do Nascimento Silva, Iva Carla de Barros Ayres, Mízia Fabiana Moreira Barbosa Lopes, Antônia Juliana Xavier Fernandes, Marilea Batista Gomes e Flávio André Omena Baracho, pelo interesse, entusiasmo em aprender, responsabilidade e companheirismo. Sem vocês esse estudo não teria sido possível, não só pelo trabalho físico, mas também por me contagiarem com a vontade de descobrir novos conhecimentos. Não imaginam a alegria e orgulho que sinto ao vê-los crescendo profissionalmente e percorrendo caminhos parecidos com o meu.

Aos meus professores e orientadores, aqui representados nas pessoas de Armand Gerard Deswysen e Telma Teresinha Berchielli, pelos saberes ensinados, que foram muito além dos acadêmicos.

Às amigas e companheiras de labuta, Sandra Roseli Valerio Lana, Adriana Santos Ribeiro, Sônia Salgueiro Machado e Rosa Cavalcante Lira, pelo incentivo à escrita deste documento. Finalmente posso dizer para vocês, terminei!

À minha irmã, Soraya Mendes Guimarães, pelo apoio incondicional e arengas na hora certa.

À minha mãe, Elma de Oliveira Mendes Guimarães, que mesmo sem ter consciência do que está acontecendo, foi responsável pelo estímulo que me faltava para finalizar. Saudade de você, mainha!

À minha sogra, Danielle Defaux, pela amizade e por saber que sempre posso contar com você.

À Mylena Regina Ramos dos Santos, minha nora e fisioterapeuta em construção, por amenizar as dores da minha cervical com suas massagens maravilhosas.

Ao Beely, nosso Jack que transborda energia, mas que soube ficar horas deitado aos meus pés enquanto eu escrevia. Obrigada por sentir que eu precisava de apoio e por me cobrar um

passeio de vez em quando. Você é uma das minhas principais fontes de saúde mental!

Ao CECA/UFAL, pela oportunidade de trabalhar com a profissão que escolhi e mais especificamente pelas instalações onde foram desenvolvidas essa pesquisa.

Ao Prof. José Teodorico de Araújo Filho, pela colaboração na avaliação das carcaças.

Ao Prof. Philipe Lima Amorim, por ceder os piquetes de forragem e equipamentos para coleta total de fezes.

Ao Sr. Pica-pau, pela ajuda no manejo dos animais experimentais.

Ao Prof. Paulo Henrique Mazza Rodrigues, USP, pelas orientações na condução da metodologia Ex-situ

Ao Prof. Jorge Vinícius Fernandes Lima Cavalcanti, UFPE, pela colaboração nas análises de ácidos graxos de cadeia curta e metano.

Ao Sr. Yguaratã Cerqueira, Fastformat, pela ajuda na personalização do modelo deste documento.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, mas que, traídos pela memória, não citei nominalmente, meu muito obrigada!

A natureza é nosso bem comum. Temos de voltar a ela e desenvolver processos acessíveis a todos. É dessa forma que fazemos mudanças: pelo conhecimento.

Ailton Krenak

Lista de ilustrações

Figura 1.1 – Estratégia de busca e seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática, de acordo com PRISMA	18
Figura 1.2 – Porcentagem de publicações que apresentaram resultados nos diferentes parâmetros que caracterizam a modulação da fermentação ruminal. O efeito foi considerado significativo (aumentou ou reduziu) quando as diferenças entre a própolis e o controle apresentaram valores de P menores do que 0,05. “Não afetou” corresponde a diferenças não significativas ($P > 0,05$). O número de publicações que mediram o parâmetro é dado entre parênteses. (Fonte: autor)	25
Figura 1.3 – Porcentagem de publicações que apresentaram resultados nos diferentes parâmetros que caracterizam o efeito própolis sobre o desempenho e qualidade da carcaça de ruminantes. O efeito foi considerado significativo (aumentou ou reduziu) quando as diferenças entre a própolis e o controle apresentaram valores de P menores do que 0,05. “Não afetou” corresponde a diferenças não significativas ($P > 0,05$). O número de publicações que mediram o parâmetro é dado entre parênteses. (Fonte: autor)	32
Figura 2.1 – Evolução do pH de ovinos em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal	47
Figura 2.2 – Produção de ácido acético (mmol/L) de ovinos suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (Fonte: autor)	49
Figura 2.3 – Evolução do N-NH ₃ de ovinos em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo modulador da fermentação ruminal ($P < 0,05$) (Fonte: autor)	50

Lista de tabelas

Tabela 1.1 – Estudos avaliando o efeito da própolis sobre a digestibilidade e características fermentativas ruminais	20
Tabela 1.2 – Resultado dos estudos sobre a resistência de bactérias ruminais a própolis (CF: carboidratos fibrosos, CNF: Carboidratos não fibrosos, P: proteínas, AA: amino ácidos, +: resistente, - sensível)	27
Tabela 1.3 – Estudos avaliando o efeito da própolis sobre o desempenho e qualidade da carcaça de ruminantes	29
Tabela 2.1 – Ingredientes, em massa e percentual, de blocos multinutricionais para suplementação de ovinos, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo modulador da fermentação ruminal .	44
Tabela 2.2 – Composição bromatológica e digestibilidade do pasto e suplemento ofertado a cordeiros, recebendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal	44
Tabela 2.3 – Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo, suplementados (BMEPV) ou não (BMEPV) com blocos multinutricionais contendo própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal	48
Tabela 3.1 – Ingredientes, em massa e percentual, de blocos multinutricionais para suplementação de ovinos, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo promotor do crescimento	58
Tabela 3.2 – Composição bromatológica e digestibilidade do pasto e suplemento ofertado a cordeiros, recebendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento	58
Tabela 3.3 – Consumo de MS e nutrientes por cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento	63
Tabela 3.4 – Comportamento alimentar (CA) de cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento	64
Tabela 3.5 – Desempenho de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento	65
Tabela 3.6 – Pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento	66
Tabela 3.7 – Parâmetros morfológicos da carcaça de cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento	68

Tabela 3.8 – Cortes comerciais de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento	69
--	----

Sumário

	Considerações iniciais	13
1	CAPÍTULO I - Própolis como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes: revisão sistemática	14
1.1	Introdução	15
1.2	Material e métodos	17
1.3	Resultados e discussão	18
1.3.1	Atendimento aos critérios de inclusão	18
1.3.2	Características das publicações selecionadas	19
1.3.3	Efeitos dos estudos: parâmetros avaliados e resultados obtidos	20
1.4	Conclusão	33
	Referências	34
2	CAPÍTULO II - Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal	40
2.1	Introdução	41
2.2	Material e métodos	42
2.2.1	Animais e sistema de alimentação	42
2.2.2	Extrato de própolis vermelha (EPV)	43
2.2.3	Blocos multinutricionais (BM)	43
2.2.4	Estimativa do consumo de aditivo	45
2.2.5	Avaliação das características fermentativas	45
2.2.6	Análise estatística	46
2.3	Resultados e discussão	46
2.4	Conclusão	51
	Referências	52
3	CAPÍTULO III - Desempenho e características de carcaça de cordeiros consumindo própolis vermelha	55
3.1	Introdução	56
3.2	Material e métodos	56
3.2.1	Animais e sistema de alimentação	56
3.2.2	Extrato de própolis vermelha (EPV)	57
3.2.3	Blocos multinutricionais (BM)	57
3.2.4	Estimativa do consumo e comportamento alimentar	59
3.2.5	Avaliação do desempenho	60

3.2.6	Características de carcaça	60
3.2.7	Análise estatística	62
3.3	Resultados e discussão	62
3.4	Conclusão	70
	Referências	71
	Considerações Finais	74
	Referências	75

Considerações iniciais

Os ruminantes são animais extraordinários que, pelo mutualismo simbótico com microrganismos, possuem a capacidade de utilizar carboidratos da parede celular e nitrogênio não proteico na dieta, convertendo-os em proteína de excelente valor biológico. Apesar disso, a eficiência da conversão desses nutrientes em produto é baixa, principalmente se comparada a espécies onívoras monogástricas e por isso, a nutrição de ruminantes sempre foi desafiada a encontrar soluções para melhorar essa eficiência.

Parte do problema se dá por fermentações indesejáveis no rúmen, assim, aditivos alimentares que conseguissem modular a fermentação no sentido desejado passaram a ser cada vez mais estudados pela academia e adotados pelos produtores.

Durante décadas e até hoje, a monesina, um antibiótico ionóforo, é o aditivo mais utilizado na dieta de ruminantes. Ela modula a fermentação microbiana, diminuindo a população de bactérias gram-positivas, responsáveis pela maior produção de amônia, ácido acético, dióxido de carbono e metano no rúmen, fatores que podem limitar a eficiência de fermentação e aumentar liberação de substâncias que poluem o meio ambiente, como gás metano e nitrogênio.

Contudo, a demanda pela redução de medicamentos na produção animal, principalmente antibióticos promotores de crescimento, fez com que substâncias alternativas, potenciais moduladoras da fermentação ruminal, passassem a ser estudadas. Temos nessa lista probióticos, taninos, saponinas, óleos essenciais, algas vermelhas, própolis, dentre outros.

Desde a época de graduação me interessei pela fisiologia da digestão de ruminantes, especialmente pelo funcionamento do rúmen e suas interações com substâncias químicas presentes naturalmente nas plantas de nossa região. No mestrado, consolidei meus conhecimentos, trabalhando com pesquisa básica sobre como características comportamentais, fisiológicas e ambientais afetam o consumo por ovinos. No doutorado, estudei o efeito de taninos condensados, isolados de forrageiras nativas do semiárido, sobre o crescimento das principais espécies celulolíticas do rúmen. Há alguns anos venho pesquisando blocos multinutricionais como estratégia de suplementação e mais recentemente comecei a estudar o efeito da própolis vermelha na modulação da fermentação ruminal.

Esta tese teve por objetivo avaliar o potencial da própolis, em particular a própolis vermelha, como aditivo alimentar modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes. Ela está dividida em três capítulos: *Capítulo I Própolis como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes: revisão sistemática;* *Capítulo II Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal;* *Capítulo III Desempenho e características de carcaça de cordeiros consumindo própolis vermelha.*

1 CAPÍTULO I - Própolis como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes: revisão sistemática

Resumo

Objetivou-se, por meio de uma revisão sistemática, identificar o potencial da própolis como aditivo alimentar modulador da fermentação ruminal, promotor do crescimento em ruminantes. A revisão sistemática foi conduzida segundo o protocolo descrito em PRISMA e se deu pelo levantamento de dados publicados sobre a própolis como moduladora da fermentação ruminal, aditivo promotor do crescimento entre 2000 e 2023. Os trabalhos selecionados precisaram atender três fatores, considerados obrigatórios como critérios de inclusão: 1) estudar o efeito da própolis sobre a modulação da fermentação ruminal e/ou 2) o efeito da própolis sobre o desempenho ou qualidade de carcaça de animais de corte 3) Não ser artigo de revisão. Ao final, 39 artigos foram selecionados para análise e síntese na revisão sistemática. Os resultados demonstram que existem efeitos positivos das própolis marrom, verde e vermelha sobre a modulação da fermentação ruminal e isso influencia o crescimento de ruminantes. Foi evidenciada uma grande variação nas respostas a própolis, provavelmente devido a diferenças na composição ou concentração em compostos fenólicos testados, o que demonstrou a necessidade de padronização dos estudos. O resíduo da extração de própolis também conseguiu modular a fermentação ruminal e merece mais estudos, principalmente por ser uma alternativa mais barata que o extrato.

Palavras-chave: Amônia ruminal, digestibilidade, desempenho, flavonoides, metano

Abstract

The objective, through a systematic review, was to identify the potential of propolis as a food additive that modulate rumen fermentation and promoting growth in ruminants. The systematic review was conducted according to the protocol described in PRISMA and was carried out by collecting published data on propolis as a modulator of ruminal fermentation, a growth-promoting additive between 2000 and 2023. Selected works had to meet three factors, considered mandatory as inclusion criteria: 1) study the effect of propolis on the modulation of ruminal fermentation and/or 2) the effect of propolis on the performance or carcass quality of beef animals 3) No be a review article. In the end, 39 articles were selected for analysis and synthesis in the systematic review. The results demonstrate that there are positive effects of brown, green and red propolis on the modulation of ruminal fermentation and this influences the growth of ruminants. A large variation in responses to propolis was evidenced, probably due to differences in the composition or concentration of phenolic compounds tested, which demonstrated the need for standardization of studies. The residue from propolis extraction was also able to modulate ruminal fermentation and deserves further studies, mainly because it is a cheaper alternative than the extract.

Key words: Digestibility, flavonoids, methane, performance, rumen ammonia

1.1 Introdução

A produção de ruminantes passa por desafios crescentes, diante da necessidade de elevar a produtividade com responsabilidade ambiental. Perdas de energia e proteína da dieta, pela produção de gás metano ou absorção de amônia no rúmen, elevam o custo de produção. Por outro lado, um metabolismo ruminal eficiente reduz significativamente a produção e liberação de substâncias que poluem o meio ambiente, como gás metano e nitrogênio. Para alcançar uma melhor eficiência, são indicados aditivos alimentares que modifiquem o funcionamento do sistema ruminal, visando, principalmente, aumentar a formação de precursores gliconeogênicos, reduzir a desaminação de aminoácidos e mitigar a produção de metano (Russell; Strobel, 1989).

Aditivos alimentares são substâncias ou microrganismos, adicionados em pequenas proporções à dieta, cujo objetivo, na maioria das vezes, não é nutricional. Eles podem melhorar as características dos produtos destinados à alimentação animal, dos produtos animais ou o desempenho dos animais (Danieli; Schogor, 2020). Enquadra-se nessa última categoria os promotores de crescimento, pela modulação da fermentação ruminal.

O principal aditivo promotor do crescimento utilizado no Brasil é o antibiótico ionóforo Monesina, produzido por uma cepa de bactéria *Streptomyces cinnamonensis* (Bragotto; Silva, 2020). Ionóforo é um termo genérico aplicado a um grupo de antibióticos poliéteres que possuem um radical carboxílico, o que lhes conferem a capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar o transporte desses íons através das membranas lipídicas (Smith; Austic, 1980). Essa propriedade, que denominou inclusive o termo ionóforo, leva a redução da produção de ATP e rendimento iônico de organismos, principalmente bactérias gram-positivas, deixando-os incapazes de manter a taxa de divisão e crescimento celular sustentáveis. As bactérias gram-positivas são responsáveis pela maior produção de amônia, lactato, ácido acético, butírico, dióxido de carbono e metano no rúmen. Por outro lado, as bactérias gram-negativas, responsáveis pela maior produção de ácido propiônico e pelo consumo de lactato no rúmen, são mais resistentes a ionóforos (Russell, 1987). Elas possuem a parede celular envolvida por uma segunda membrana contendo lipopolissacarídeos e canais de porinas, que não permitem a passagem de ionóforos.

Desde a década de setenta, quando uma série de trabalhos mostrou que dosagens subterapêuticas de Monesina poderiam modular a fermentação ruminal (Russell; Strobel, 1989), esse ionóforo vem sendo amplamente utilizado em ruminantes (Azzaz; Murad; Morsy, 2015; Marques; Cooke, 2021; Bragotto; Silva, 2020; Danieli; Schogor, 2020; Perry, 2002). Aumento da retenção de energia da dieta e da proteína não degradada no rúmen, redução da produção de metano e de acidose ruminal são vantagens relacionadas a utilização de monesina na dieta, fazendo com que ela seja indicada para melhorar as taxas de ganho de peso e eficiência alimentar em bovinos de corte e aumentar a produção de leite em vacas leiteiras (Azzaz; Murad; Morsy, 2015; Marques; Cooke, 2021; Bragotto; Silva, 2020).

Contudo, se por um lado a utilização de ionóforos no Brasil está cada vez mais popular entre os produtores, por outro lado, existe uma crescente procura por produtos oriundos de

produções sustentáveis. O comprometimento com o bem-estar dos animais e com a redução da utilização de antibióticos e hormônios são as características mais buscadas, além das qualidades nutritivas e organolépticas dos produtos. A demanda pela redução de medicamentos na produção animal, principalmente antibióticos promotores de crescimento, é baseada em alertas de que esse tipo de aditivo pode contribuir para aumentar a resistência anti-microbiana (RAM). A RAM ocorre quando microrganismos não respondem mais aos agentes antimicrobianos. Como resultado, antibióticos e outros agentes antimicrobianos tornam-se ineficazes, aumentando o risco de morte, de humanos e animais, por doenças hoje facilmente tratáveis. Mesmo ionóforos não sendo utilizados na medicina humana, devido a problemas de toxicidade, trabalhos sugerem que o uso maciço de ionóforos na produção animal pode levar ao aparecimento de resistência cruzada, afetando o tratamento de infecções (Wong, 2019). O primeiro país a proibir a utilização de dosagens subterapêuticas de antibióticos promotores do crescimento foi a Suíça, em 1999. Em janeiro de 2006 a União Europeia estendeu essa decisão a todos os países membros (*Regulamento (UE) 1831/2003 do Parlamento europeu e do Conselho de 22 de setembro de 2003, artigo 11*) e desde janeiro de 2022 ficou também proibida a utilização profilática de antibióticos (*Regulamento (UE) 2019/4 do Parlamento europeu e do Conselho de 11 de dezembro de 2018, artigo 17*). Só é permitida agora a administração individual, em animais doentes.

Com as restrições impostas ao uso de antibióticos, meios alternativos de manipulação da população microbiana ruminal começaram a receber atenção especial (Jouany; Morgavi, 2007; Sirohi, 2014; Oh et al., 2017; Menezes et al., 2022; Martins et al., 2023). Nesse contexto, a própolis surgiu como candidata a aditivo alimentar natural, potencialmente capaz de melhorar a eficiência alimentar e reduzir a emissão de metano por ruminantes.

Própolis é um nome genérico que designa uma substância resinosa e pegajosa que é coletada, transformada e utilizada pelas abelhas para mumificar invasores, revestir a parede interna, tapar buracos, e reduzir a entrada da colmeia (Burdock, 1998), mantendo o ambiente da colônia asséptico e protegido contra doenças e invasões (Simone-Finstrom; Spivak, 2012; Simone-Finstrom; Spivak, 2010). A palavra própolis é derivada do grego *pro*=para ou em defesa, e *polis*=cidade, isto é: defesa da cidade (ou colmeia) (Ghisalberti, 1979). As abelhas coletam resinas de brotos, exsudatos e outras partes das plantas, misturam-nas com sua própria saliva, enzimas e cera para formar a própolis. Embora possa ter uma composição química e coloração diferente, em função da região e espécie vegetal utilizada, geralmente possui ação biológica semelhante. São atribuídas a ela ações antibacteriana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, anti-inflamatória, antiproliferativa e antioxidante (Bankova, 2005). A própolis é reconhecida como uma substância GRAS (Burdock, 1998) e é utilizada por humanos desde cerca de 300 AC, sobretudo em remédios caseiros e produtos de higiene pessoal. GRAS (*Generally Recognized As Safe*) é uma designação da *American Food and Drug Administration* (FDA) para produtos químicos ou substâncias adicionados aos alimentos que são considerados seguros para agricultores, consumidores e para o ecossistema, com baixíssimo efeito fitotóxico.

A intensidade da atividade biológica da própolis depende da composição da resina

coletada. Mais de 500 compostos químicos (Tran et al., 2020) incluindo polifenóis, isoflavonoides, cetonas, terpenos, esteróis, ácidos graxos, vitaminas e aminoácidos já foram encontrados em diferentes tipos de própolis ao redor do mundo (Gimenez-Cassina López; Sawaya, 2012; Marcucci, 1996; Pontes et al., 2018; Fernández-Calderón et al., 2020; Wieczorek et al., 2022; Santos et al., 2020; Wagh, 2013; Marcucci, 1995). Sua boa atividade biológica, principalmente contra o crescimento de bactérias gram positivas, faz com que ela seja considerada um possível aditivo modificador da fermentação ruminal (Soltan; Patra, 2020).

O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar o potencial da própolis como aditivo alimentar modulador da fermentação ruminal, promotor do crescimento em ruminantes.

1.2 Material e métodos

A revisão sistemática foi conduzida segundo o protocolo descrito em PRISMA (Page et al., 2021), e se deu pelo levantamento de dados publicados sobre a própolis como moduladora da fermentação ruminal, aditivo promotor do crescimento. Para isso, os trabalhos encontrados na busca deveriam atender três fatores, considerados obrigatórios como critérios de inclusão: 1) estudar o efeito da própolis sobre a modulação da fermentação ruminal e/ou 2) o efeito da própolis sobre o desempenho ou qualidade de carcaça de animais de corte 3) Não ser artigo de revisão.

Como estratégia para seleção, optou-se pela busca por publicações de estudos disponíveis em bancos de dados científicos e que foram publicados no período de 2000 a 2023. Os estudos precisavam estar publicados em revistas científicas revisadas por pares; ser escrito em inglês, português, francês ou espanhol; estarem disponíveis completos online e atender aos critérios de inclusão. A pesquisa foi feita em fevereiro de 2023, utilizando as ferramentas de busca Google Acadêmico, Pubmed e Periódicos Capes, usando as palavras-chave “propolis” AND “feed additive” AND “ruminant”.

A Figura 1.1 apresenta o processo de seleção dos artigos encontrados nas bases de dados a partir da estratégia de busca.

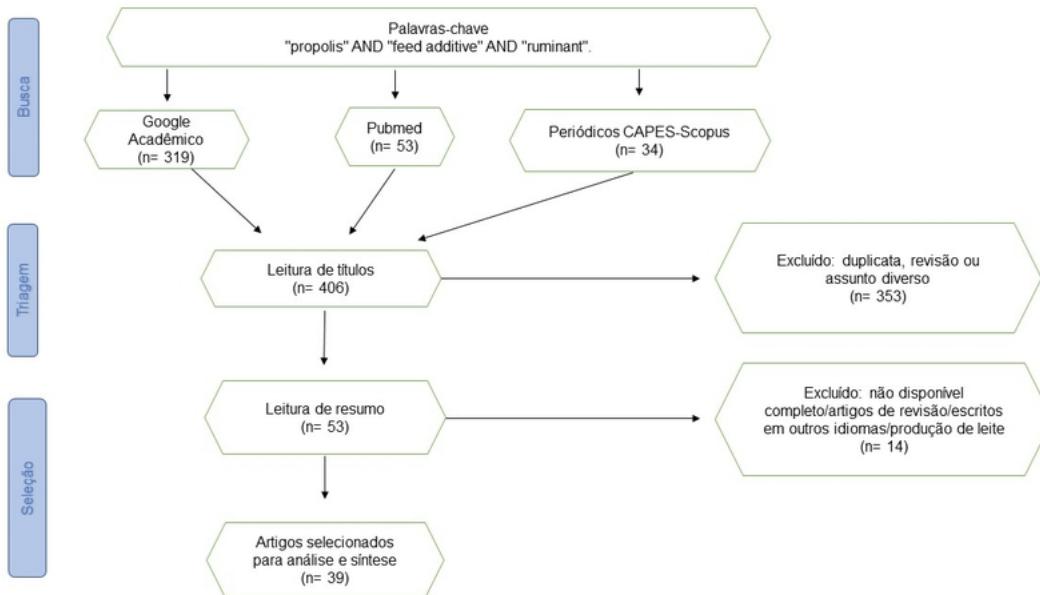


Figura 1.1 – Estratégia de busca e seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática, de acordo com PRISMA

Fonte: autor

A busca resultou em 319, 53 e 34 estudos no Google Acadêmico, Pubmed e Periódicos Capes-Scopus, respectivamente. A primeira seleção foi feita pela leitura dos títulos e dos 406 resultados de busca, 352 foram excluídos, por estarem em duplicata, serem de assuntos diversos ou apresentarem o termo “revisão” no título.

A partir desta primeira triagem, os resumos foram lidos e os trabalhos selecionados conforme os critérios de seleção e inclusão. Nesta etapa 14 estudos foram excluídos por não atenderem os critérios e 39 foram selecionados para análise e síntese na revisão sistemática.

Os dados encontrados nos artigos selecionados foram sintetizados em tabelas e gráficos, a fim de compilar e discutir o conhecimento produzido sobre a própolis como moduladora da fermentação ruminal, aditivo promotor do crescimento em ruminantes.

1.3 Resultados e discussão

1.3.1 Atendimento aos critérios de inclusão

Dos 39 artigos selecionados para a revisão, três não atendem completamente aos critérios de inclusão. Dois artigos são oriundos de estudos com vacas leiteiras (Aguiar et al., 2014; Yoshimura et al., 2018) e um utilizou ovelhas em final de gestação (Morsy et al., 2021). Apesar de não terem sido desenvolvidos com animais de corte, os artigos foram considerados elegíveis por se restringirem a apresentar os efeitos da própolis sobre modulação da fermentação ruminal.

A revisão sistemática difere qualitativamente das revisões tradicionais por definir explicitamente uma questão a ser respondida e por empregar métodos para reduzir o viés na inclusão

de estudos que abordam a questão. A estratégia de busca e seleção é sistematizada e especificada por critérios de elegibilidade bem definidos previamente e só devem considerar exceções bem justificadas, como aconteceu neste caso.

1.3.2 Características das publicações selecionadas

Os artigos foram publicados, na sua grande maioria (87%), a partir de 2010. A busca abrangeu o período entre 2000 e 2023, mas as publicações mais antigas datam de 2004, demonstrando o interesse relativamente recente pelo assunto. Essa tendência também é observada nas publicações envolvendo a própolis em geral. Apesar dessa substância já ser conhecida e utilizada de forma empírica desde antes de Cristo, somente nas últimas duas décadas houve o crescimento significativo do número de estudos, identificando os compostos presentes na própolis e validando as propriedades farmacológicas atribuídas a ela, na busca por novos medicamentos e produtos nutracêuticos (Tran et al., 2020).

Das publicações selecionadas para a revisão, 28 são escritas em inglês e 11 em português. Nenhum artigo em francês ou espanhol apareceu na busca. Por outro lado, cinco publicações foram excluídas por serem em árabe ou turco. Dentre as revistas que publicaram os artigos, 16 são nacionais (58%), destacando-se a Revista Brasileira de Zootecnia, com 12 publicações. O Brasil é o país líder em pesquisas com produtos de abelhas (Şenel; Demir, 2018) e devido à diversidade vegetal e características de sua abelha, tem destaque na qualidade da própolis. Dentre os 40 países que tiveram componentes da própolis isolados e identificados, o Brasil é líder isolado, tendo identificado 158 dos 502 compostos descobertos, seguido do México, com 69 compostos identificados (Tran et al., 2020). Essa é, provavelmente, a explicação do porquê somente 8% das publicações selecionadas, na busca sistemática, não foram oriundas de pesquisas desenvolvidas no Brasil ou tem brasileiro como coautor.

Dentre os trabalhos selecionados, 23 avaliaram a capacidade da própolis de modular a fermentação ruminal (Tabela 1.1) e 16 estudaram aspectos de desempenho e qualidade da carcaça de animais de corte (Tabela 1.3). No total, nove publicações identificaram o tipo de própolis pela cor e concentração ou caracterização em compostos fenólicos; 21 só pela concentração em compostos fenólicos; duas só pela cor da própolis e sete trabalhos não identificaram o tipo de própolis testada. Existem diferentes tipos de própolis, associados, principalmente, a origem botânica da planta de onde foi coletada a resina e a espécie de abelha que a produziu. Fisicamente, a própolis pode ter colorações que variam do amarelo-âmbar ao marrom, vermelha ou verde. Quimicamente, a própolis pode ser ainda mais diversa, contudo, suas características terapêuticas são normalmente associadas a composição e concentração em compostos fenólicos, principalmente flavonoides. O tipo de própolis, caracterizada pela sua geolocalização, cor e teor em flavonoides é uma informação importante para não generalizar os resultados.

Os estudos testaram a própolis de diferentes formas: bruta, extrato seco, extrato líquido e até mesmo o resíduo da extração da própolis. Na maioria das vezes a extração foi feita em

álcool (70%) a uma concentração de 30% e a partir daí, outras diluições foram testadas. Vários trabalhos não informaram as concentrações testadas, por se tratarem de produtos patenteados, mas indicaram a concentração em flavonoides dos produtos (Tabelas 1.1 e 1.3).

1.3.3 Efeitos dos estudos: parâmetros avaliados e resultados obtidos

As publicações que avaliaram a capacidade da própolis em modular a fermentação ruminal foram, na sua maioria, oriundas de experimentos *in vitro*. Contudo, existem resultados mostrando o efeito da própolis sobre a população microbiana de ovinos, bovinos e bubalinos, seja por estudos em animais fistulados ou pela doação de inóculos para ensaios *in vitro*. A Tabela 1.1 sintetiza as características experimentais desses trabalhos.

Tabela 1.1 – Estudos avaliando o efeito da própolis sobre a digestibilidade e características fermentativas ruminais

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Morsy et al., 2021)	Extrato seco de própolis vermelha-EPV (10% p/v extraído em álcool 70% e liofilizado) com 43 mg de flavonoides/g de EPV	Ovelhas gestantes/3 g EPV/animal/dia	Consumo, digestibilidade, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, CH4, proteína microbiana
(Nascimento et al., 2020)	Resíduo de extração de própolis marrom (REP)	<i>In vitro</i> - bovinos fistulados/4 dietas:silagem de milho, 25, 50 ou 75% concentrado de soja/100 g REP/animal/dia	Degradabilidade da MS, produção de gás, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, CH4, N-NH3
(Araujo et al., 2018)	Extrato etanólico de própolis (EEP) 30% p/v extraído em álcool 70%.(0,3 g de substâncias da própolis por mL de EEP)	<i>In vitro</i> /dieta 50:0% v/c doses 6, 12, 24 e 36 mL/kg de concentrado	Produção de gás

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Yoshimura et al., 2018)	Produto a base de própolis (PBP) com 17,64 mg de ácido fenólico total/g MS	Vacas leiteiras/ dieta 60:40% v/c/1,2 g PBP/ kg MS/dia	Consumo, digestibilidade, AGCC, pH, N-NH3, população de bactérias e protozoários
(Ehtesham et al., 2018)	Extrato seco de própolis iraniana (IP) de 25, 50 e 75% p/v em álcool 70%, com 2,23; 6,34 e 7,79 mg de fenóis totais/g de MS	<i>In vitro</i> - 200 mg de substrato:40:60% ou 20:80% v/c/doses: 2 mg de IP 25%, 50%, 75%	Produção de gás, pH, CH4, N-NH3, população de bactérias e protozoários
(Gomes et al., 2017)	Extrato de própolis marrom (EPM) a 53% p/v (35g/65 mL de álcool 95%) com 27,65 mg de fenóis totais e 13,98 mg de flavonóides/mL de extrato	<i>In vitro</i> - dieta 40:60% v/c com 4 concentrações do extrato (0, 50, 75,100%) e cinco doses de EPM: 0,4, 8 16, 20 mL/kg MS	Degradabilidade da MS, produção de gás
(Santos et al., 2016)	LLOSBI(extrato seco de própolis-patenteado) com 109,17 mg de flavonoides/g MS	<i>In vitro</i> - 250 mg de substrato e LLOSBI nas doses: 1, 2, 7, 11, 17, 22, 28, 39 e 56 g/kg de substrato	Digestibilidade da MS, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, CH4, N-NH3
(Paula et al., 2016)	Extrato seco de própolis (ESP) patenteado/ 73,89 mg de ácido fenólico (p-cumarico Eq)/ g ESP; 50,34 mg de flavonoide (Apigenina eq)/g ESP	Búfalos fistulados/ dieta 80:20% v:c/ doses: 16.95; 33.90 e 50.85 mg/d de ESP	Consumo, digestibilidade, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, N-NH3, proteína microbiana, população de protozoários
(Morsy et al., 2015)	Extrato seco de própolis vermelha brasileira (PVB) e própolis marrom egípcia (PME) 10% p/v extraído em álcool 70% e liofilizado)/ PVB=isoflavonoides e chalconas; PME=isoflavonoides e ácidos graxos saturados	<i>In vitro</i> - substrato 50:50% v/c/ dose: 0, 125, 250 e 500 µg dos extratos/500 mg de MS do substrato	Produção de gás, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, CH4, N-NH3, protozoários

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Silva et al., 2015)	Extrato de própolis 30% p/v extraído em álcool 70%. Não especifica o tipo/princípio ativo	Ovinos castrados/ dieta 50:50% v/c com 6, 12, 24 ou 36 mL de extrato de própolis 30% por dia	Consumo, digestibilidade, pH e N-NH3
(Silva et al., 2014)	Própolis marrom bruta (68,1 g de flavonoides quercitina equivalente/kg de resíduo seco) e em extrato a 30% p/v (594,9 g de flavonoides quercitina equivalente/kg de resíduo seco)	Cordeiros/dieta 50:50% v:c/ doses:0,1g própolis bruta ou 15 mL de extrato/kg MS da dieta;	Consumo, digestibilidade de nutrientes
(Heimbach et al., 2014)	Resíduo da extração de própolis marrom com 0,24 mg de fenóis totais e 0,35 mg de flavonóides/g de resíduo seco	<i>In vitro</i> - substrato 50:50% v/c/com doses de 5, 10, 15 e 20g de resíduo/kg de substrato	Digestibilidade e Produção de gás
(Aguiar et al., 2014)	PBPB1, PBPC1 e PBPC3 (Extrato seco de própolis-patenteado)/ B1= 2,81; C1= 2,14 e C3= 1,22 mg de flavonoide/kg MS	Vacas fistuladas em lactação/ dieta 60:40% v/c/ dose: 15g de PBP/animal/dia	Consumo, digestibilidade, pH, N-NH3, proteína microbiana
(Aguiar et al., 2014)	LLOSA2, LLOS B3, LLOSC1, LLOSC3 e LLOSD1 (Extrato seco de própolis-patenteado)/A2= 122,81; B1=109,17; B3=60,35; C1=79,16 e D1= 31,54 mg de flavonoide/g MS	<i>In vitro</i> / Bactérias isoladas em meio 50:50% ou 100:0% v/c./ dose: 174 mg de LLOS B1, C1 ou C3/mL de meio	Identificação de bactérias resistentes

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Aguiar et al., 2013)	LLOSB1, LLOSC1 e LLOSC3 (Extrato seco de própolis-patenteado)/LLOSB1=109,17 mg/g, LLOSC1=79,16mg/g de e LLOSC3= 44,52 mg/g de flavonoides totais	<i>In vitro</i> - HUNGATE/11 espécies bacterianas ruminais/LLOSB1, LLOSC1 e LLOSC3 nas concentrações de 250, 500 e 1000 µg/mL	Cinética de crescimento bacteriano
(Ozturk et al., 2010)	Extrato de própolis em duas concentrações: 20% e 60% p/v extraído em álcool 70%. Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> -RUSITEC/substrato 60:40% v/c/ dose: 0,5 mL de cada extrato em 10 mg de substrato/dia	Digestibilidade da MS, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, N-NH3, , contagem de bactérias e protozoários
(Oeztuerk et al., 2010)	Extrato de própolis 20% p/v extraído em álcool 70%. Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> -RUSITEC/substrato 60:40% v/c./ dose: 100 µL extrato em 10 mg de substrato/dia	Digestibilidade da MS, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, N-NH3, , contagem de bactérias e protozoários
(Prado et al., 2010a)	LLOSC1 e LLOSB3 (Extrato seco de própolis-patenteado)/LLOSC1=0,018 mg/g e LLOSB3=0,011 mg/g de flavonoides totais em crisina	Novilhos fistulados/ dieta 72,5:27,5% v/c./dose: 2 g de LLOS/animal/dia	Consumo, digestibilidade dos nutrientes, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, N-NH3
(Prado et al., 2010b)	LLOSC1 e LLOSB3 (Extrato seco de própolis-patenteado)/LLOSC1=0,018 mg/g e LLOSB3=0,011 mg/g de flavonoides totais em crisina	Búfalos fistulados/ dieta com 80:20% v/c/dose: 2g de LLOS/animal/dia	Consumo, digestibilidade dos nutrientes, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, N-NH3

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Ríspoli et al., 2009)	LLOSC1 e LLOSA2(Extrato seco de própolis-patenteado)/LLOSC=0,018 mg/g e LLOSA2= 0,001 mg/g flavonoides totais em crisina	Bovinos e bubalinos fistulados no rúmen/ dieta 50:50% v/c/dose: 2g de LLOS/animal/dia.	Identificação e contagem de ciliados
(Oliveira et al., 2006)	Extrato de própolis 30% p/v extraído em álcool 70%. Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> - substrato com tripticase/dose: 0,2 mL de extrato de própolis	Atividade específica de produção de amônia (AEPA), N-NH3, proteína microbiana
(Oliveira et al., 2004)	Extrato de própolis 30% p/v extraído em álcool 70%. Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> - substrato com tripticase, farelo de soja ou farinha de peixe/dose: 0,2 mL de extrato de própolis	Cinética de degradação da proteína, proteína solúvel, N-NH3, proteína microbiana
(Stradiotti Júnior et al., 2004a)	Extrato de própolis 30% p/v extraído em álcool 70% ou 99,5% /Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> – substrato com tripticase/dose: 0,2 mL EP diluída nas concentrações de 0,0; 16,7; 33,3; 50,0; 66,7; 83,3; e 100,0%/ <i>in vivo</i> - novilhos fistulados/dieta 65:35 v/c/ dose: 8 mL EP (15%cp/v) a cada 6 horas	Consumo, AGCC, C2, C3, C4, C2:C3, pH, AEPA, N-NH3, proteína microbiana

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Stradiotti Júnior et al., 2004b)	Extrato de própolis (EP) 30% p/v extraído em álcool 70% Não especifica o tipo/princípio ativo	<i>In vitro</i> 1– substrato volumoso/dose: 0,2 mL <i>In vitro</i> 2– substrato volumoso ou volumoso:concentrado ou concentrado/dose: 0,2 mL EP diluído (16,7; 33,3 e 66,7%)	Produção de gás

Fonte: autor

Os parâmetros avaliados objetivaram entender se e de que forma a própolis influencia a degradação de carboidratos (produção de gás, digestibilidade da MS, MO, produção de AGCC total , C2, C3, C4, relação C3:C4, CH4, identificação e cinética de crescimento de bactérias e protozoários) e a degradação de proteínas (N-NH3, AEPA e proteína microbiana).

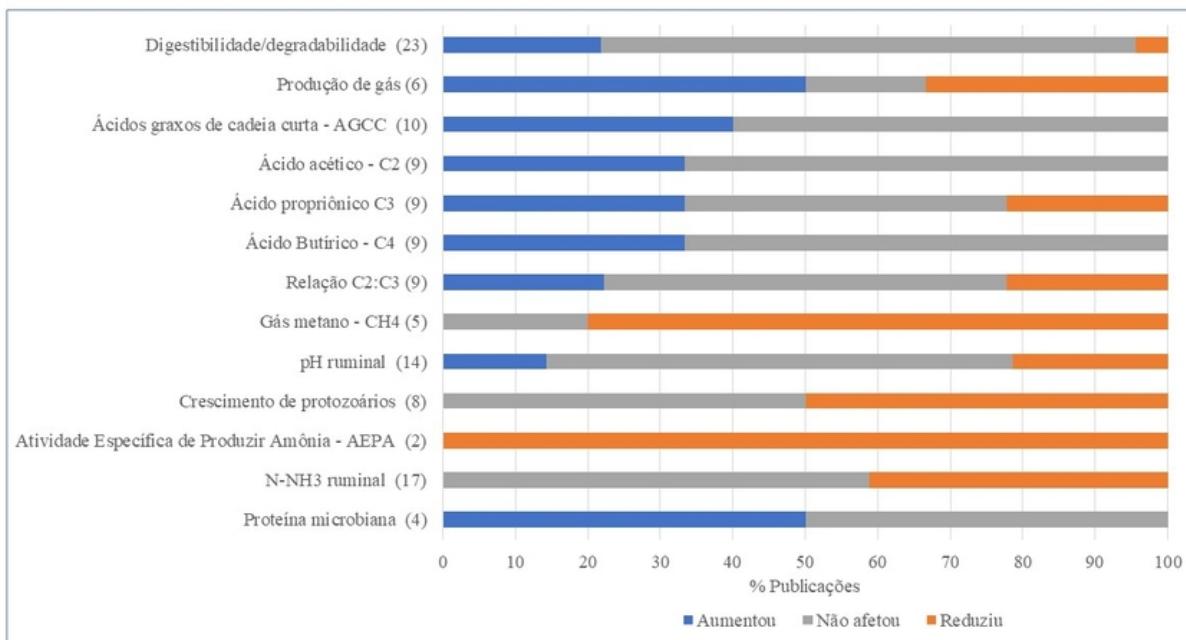


Figura 1.2 – Porcentagem de publicações que apresentaram resultados nos diferentes parâmetros que caracterizam a modulação da fermentação ruminal. O efeito foi considerado significativo (aumentou ou reduziu) quando as diferenças entre a própolis e o controle apresentaram valores de P menores do que 0,05. “Não afetou” corresponde a diferenças não significativas ($P > 0,05$). O número de publicações que mediram o parâmetro é dado entre parênteses. (Fonte: autor)

Os resultados encontrados demonstram a capacidade da própolis em modular a fermentação ruminal. Das 23 publicações revisadas, apenas uma (Silva et al., 2014), não apresentou efeito da

própolis sobre nenhum dos parâmetros estudados. Contudo, as respostas a própolis não foram lineares e, provavelmente, refletem diferenças no tipo de própolis, concentração ou composição em princípio ativo dos extratos.

A digestibilidade foi o parâmetro mais estudado (23 publicações) e a própolis se mostrou capaz de interferir nos seus resultados. Em 4% dos estudos a própolis reduziu a digestibilidade, enquanto em 22% deles houve efeito positivo, chegando a um aumento de até 22%, quando bovinos receberam 100 g de resíduo da extração de própolis marrom((Nascimento et al., 2020). Contudo, em 74% das publicações, não houve influência da própolis sobre a digestibilidade. A produção de gás foi avaliada em seis publicações e em 50% destas, aumentou com a presença de própolis, enquanto em 33% diminuiu. O aumento da produção de gás está normalmente correlacionado a um aumento da fermentação ruminal. Por outro lado, a redução da produção de gás não necessariamente significa uma redução da fermentação. Ela pode estar associada ao aumento da proporção de ácido propiônico, com consequente redução de gás metano, indicando, neste caso, melhor eficiência fermentativa, com menor perda de energia da dieta.

A produção de AGCC total aumentou em 40% dos estudos, mas na maioria deles (60%) não sofreu a influência da própolis. A proporção molar dos principais AGCC também foi afetada e aumentou em 33% das publicações. Como houve um aumento similar na produção dos diferentes AGCC, a maioria das publicações (56%) não encontrou efeito da própolis sobre a relação C2:C3. Contudo, em 22% dos trabalhos a própolis foi eficiente em reduzir essa relação.

O interesse pela própolis como moduladora da fermentação ruminal está baseado na sua ação antibiótica. Espera-se que ela atue como a monesina, reduzindo as bactérias Gram-positivas, produtoras principalmente de ácido acético, lactato, metano e amônia (Russell; Strobel, 1989). Contudo, Aguiar et al. (2013), testando a atividade antimicrobiana da própolis em vários grupos funcionais bacterianos do rúmen, observaram que a sensibilidade diferiu conforme a espécie ou até mesmo a cepa, não se restringindo as características de membrana celular das bactérias. Das 11 espécies avaliadas, duas Gram-negativas se mostraram sensíveis (*Fibrobacter succinogenes* e *Prevotella albensis*) e uma Gram-positiva, resistente (*Ruminococcus albus* 20). Mesmo assim, a própolis parece reduzir prioritariamente os microrganismos celulolíticos, em sua grande maioria Gram-positivos. Ehtesham et al. (2018), observaram que as bactérias fibrolíticas e metanogênicas foram sensíveis a própolis, principalmente em doses mais altas do extrato de própolis iraniana (7,79 mg de fenóis totais/g de MS do extrato). Aguiar et al. (2014), identificaram 20 cepas bacterianas oriundas de conteúdo ruminal de animais consumindo própolis. Todas elas conseguiram degradar carboidratos não fibrosos (CNF), mas nenhuma degradou celulose ou xilose. Duas cepas utilizavam lactato e duas eram proteolíticas.

A maior resistência de espécies Gram-negativas a própolis pode ser explicada pela estrutura espécie-específica da membrana externa dessas bactérias, mas também pela produção de enzimas hidrolíticas que quebram os ingredientes ativos da própolis (Przybyłek; Karpiński, 2019). Os resultados do efeito da própolis sobre bactérias ruminais (Aguiar et al., 2013; Aguiar et al., 2014; Ehtesham et al., 2018) estão sumarizados na Tabela 1.2 .

Tabela 1.2 – Resultado dos estudos sobre a resistência de bactérias ruminais a própolis (CF: carboidratos fibrosos, CNF: Carboidratos não fibrosos, P: proteínas, AA: amino ácidos, +: resistente, - sensível)

Espécie	Coloração de Gram	Substrato	Resistência a própolis
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	+	CF	-
<i>Ruminococcus albus</i> 7	+	CF	-
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	-	CF	-
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	+/-	P	-
<i>Prevotella albensis</i>	-	P	-/+
<i>Streptococcus bovis</i>	+	P, CNF	+/-
<i>Clostridium aminophilum</i>	+	P (hiper amônia)	-
<i>Peptostreptococcus sp</i>	+	P (hiper amônia)	-
<i>Prevotella bryantii</i>	-	P	++
<i>Ruminobacter amylophilus</i>	+	P	++
<i>Ruminococcus albus</i> 20	+	CF	+/-
<i>Mitsuokella jalaludinii</i>	+	CNF, lactato	++
<i>Selenomonas ruminantium</i>	-	CNF, lactato	+
<i>Streptococcus sp</i> (6 cepas, provável <i>bovis</i>)	+	P, CNF	++
<i>Bacillus thermoamylovorans</i>	+	Lactato	+
<i>Clostridium bifementans</i>	+	P, AA	+/-
<i>Escherichia coli</i>	-	P	+

Fonte: autor

A própolis reduziu a população de protozoários em 50% das oito publicações que avaliaram esse parâmetro. Ríspoli et al. (2009) observaram redução na população de protozoários ciliados em bubalinos consumindo extrato seco de própolis, porém não em bovinos, recebendo o mesmo tratamento. O metabolismo energético dos protozoários, assim como das bactérias fibrolíticas, resulta em um aumento da concentração de hidrogênio no ambiente ruminal, que termina sendo utilizado pelas metanogênicas para produção de metano.

A redução das populações fibrolíticas, metanogênicas e de protozoários pela própolis pode explicar como a própolis reduziu a quantidade de metano entérico em quatro das cinco (80%) publicações que avaliaram esse parâmetro. O extrato de própolis iraniana, a uma concentração de 75% (7,79 mg de fenóis totais/g de MS do extrato), reduziu a produção de metano *in vitro*

em 29,49% (Ehtesham et al., 2018). Esses resultados são muito promissores, porque existe uma busca acelerada por estratégias alimentares capazes de mitigar a produção de metano entérico. O metano é um dos gases de efeito estufa, cuja produção tem aumentado perigosamente nas últimas décadas, obrigando os governos mundiais a se comprometerem em encontrar soluções para reduzir sua produção.

Dezessete publicações avaliaram o efeito da própolis sobre a concentração de amônia ruminal (N-NH₃) e duas delas avaliaram também a atividade específica de produzir amônia (AEPA). Em 57% dos resultados não houve influência da própolis sobre a concentração de N-NH₃ e em 43% delas a própolis reduziu a amônia ruminal. A AEPA reduziu na presença de própolis (Stradiotti Júnior et al., 2004a; Oliveira et al., 2006). Outros trabalhos (Aguiar et al., 2013; Aguiar et al., 2014) mostraram que a própolis possui atividade antimicrobiana contra as bactérias *Peptostreptococcus sp.* e *Clostridium aminophilum*, consideradas hiper produtoras de amônia. Da mesma forma, espécies ruminais predominantemente proteolíticas, que desempenham um papel importante na quebra de proteínas em amônia no rúmen, se mostraram sensíveis a própolis, mesmo que algumas só com mais altas concentrações de extrato.

Assim como o metano, altas concentrações de amônia ruminal sinalizam ineficiência da digestão ruminal, desta vez de proteínas, causando perdas econômicas e ambientais. Uma parte importante da proteína consumida pelos ruminantes é transformada em amônia e ácidos graxos voláteis por microrganismos ruminais. Quando a quantidade de amônia excede a capacidade de utilização pelos microrganismos, ela é absorvida no rúmen e convertida em ureia pelo fígado. Parte da ureia é reciclada e volta para o rúmen, mas grande parte é perdida na urina. A própolis se mostrou capaz de reduzir essas perdas, proporcionando provavelmente, um aporte maior de proteína metabolizável.

A monesina também reduz a metanogênese e a desaminação de aminoácidos. Mas, pelo menos, uma diferença básica entre os efeitos da própolis e da monesina sobre a modulação da fermentação ruminal ficou evidenciada: *Streptococcus bovis*, produtora de lactado e sensível a monesina (??), mostrou-se parcialmente resistente a própolis (Aguiar et al., 2013; Aguiar et al., 2014). Isso pode indicar que a própolis, ao contrário da monesina, é pouco eficiente no controle do pH ruminal. Das 14 publicações que avaliaram o pH ruminal, 64% não encontram resultados significativos.

Das 38 publicações selecionadas para essa revisão, 15 avaliaram o efeito da própolis sobre o desempenho e a qualidade de carcaça de ovinos e bovinos de corte (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 – Estudos avaliando o efeito da própolis sobre o desempenho e qualidade da carcaça de ruminantes

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Aguiar et al., 2022)	Produto a base de própolis (PBP)/ PBP1= 225 mg de compostos fenólicos/g MS extrato seco; PBP2= 300 mg de compostos fenólicos/g MS do extrato seco	Novilhos nelore/ dieta 47:53% c/v/ dose: 10 g PBP/animal/dia	Consumo, ganho de peso diário, conversão alimentar, características de carcaça, perfil de ácidos graxos
(Paixão et al., 2022)	Extrato de própolis vermelha (EPV) 30% p/v extraído em álcool 70%./ 8,5 mg de flavonoide/mL de EPV; 16,18 mg de compostos fenólicos/mL de EPV	Cordeiro/dieta 60:40% v:c/doses: 7, 14, 21, e 28 mL de EPV/animal/dia	Consumo, comportamento alimentar, digestibilidade de nutrientes, pH, N-NH3, ganho de peso diário, eficiência de ingestão e ruminação, parâmetros sanguíneos
(Silva et al., 2021)	Extrato de própolis vermelha (EPV) 30% p/v extraído em álcool 70%./ 3,49 mg de flavonoide (Eq Quercetina)/ g de EPV	Cordeiro/dieta 30:70% e 70:30% v:c/dose: 15 mL de EPV/animal/dia	Consumo, comportamento alimentar, digestibilidade de nutrientes, pH, N-NH3, parâmetros sanguíneos
(Ítavo et al., 2019)	Resíduo da extração de própolis marrom (REP)	Cordeiros/dieta completa 40:60% v:c/ doses: 5 g e 10 g de resíduo de própolis/kg MS dieta	Consumo, digestibilidade de nutrientes, ganho de peso diário, conversão alimentar, características de carcaça, perfil de ácidos graxos da carne

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Silva et al., 2019)	Própolis marrom bruta (18 mg de flavonoides/g de resíduo seco) e em extrato a 30% p/v (15 mg de flavonoides/g de resíduo seco)	Cordeiros/dieta completa/ doses:13g própolis bruta ou 15 mL de extrato/kg MS da dieta, ambas correspondendo a 15 mg de flavonoide/Kg MS da dieta	Consumo, comportamento alimentar, digestibilidade de nutrientes, ganho de peso, conversão alimentar, características de carcaça, perfil de ácidos graxos da carne
(Prado-Calixto et al., 2017)	LLOSC2 (Extrato seco de própolis patenteado)/31,54 mg de flavonoide/g MS de LLOSC2; capsula = 88,16 mg/g de flavonoides de LLOSC2	Cordeiros/40:60% v/c/ doses: uma (88,16 mg/g); duas (176,32 mg/g) ou três (264,48 mg/g) capsulas /animal/dia	Comportamento alimentar, parâmetros sanguíneos
(Valero et al., 2015)	Extrato de própolis liofilizado (<i>Vernonia polyanthes</i>) 4,5g de flavonoides/kg de própolis.	Bovinos em confinamento/dose: 35 g de extrato seco (20,2mg de flavonoides)/animal/dia	Consumo, digestibilidade de nutrientes, ganho de peso diário, proteína microbiana, características de carcaça
(Valero et al., 2014a)	Extrato de própolis liofilizado (EPL)/ 0,054 mg (Eq crisina) de flavonoides/g de própolis.	Novilhos nelore/ dietas 45:55% v/c/dose: 3g de EPL/animal/dia	Consumo, digestibilidade, ganho de peso diário, características de carcaça
(Aguiar et al., 2012)	Produtos a base de própolis (PBP)-patenteado. PBP1 = 0.018 mg/g e PBP2 = 0.036 mg (Eq crisina) de flavonoides /g de PBP	Novilhos nelore/dietas com 50:50% v/c/ não especificou a dose de PBP ofertada.	Consumo e digestibilidade, ganho de peso, proteína microbiana, características de carcaça

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
(Faria et al., 2011)	LLOSC1 e LLOSC1+ (Extrato seco de própolis-patenteado)/ LLSOC1= 0,018 mg/g; LLOSC1+= 0.036 mg (Eq crisina)/g de flavonoides	Bovinos/ dieta 50:50% v/c/dose: 75 g de LLOS/animal/dia	Comportamento alimentar, parâmetros sanguíneos
(Zawadzki et al., 2011a)	LLOSC++(Extrato seco de própolis-patenteado)/0.054 mg (Eq crisina)/g de flavonoides	Novilhos nelore/ dieta com 52:48% v/c/dose: 35g de LLOSC++/animal/dia.	Consumo, ganho de peso e características de carcaça
(Zawadzki et al., 2011b)	LLOSC++(Extrato seco de própolis-patenteado)/0.054 mg (Eq crisina)/g de flavonoides	Novilhos nelore/ dieta com 52:48% v/c/dose: 35g de LLOSC++/animal/dia.	Composição química, perfil de ácidos graxos da carne
(Ítavo et al., 2011)	Extrato de própolis verde e marrom a 30% p/v / 14,9 g e 4,5 g de flavonoides/kg de própolis, respectivamente	Cordeiros/ dieta 50:50% v/c/ doses: 30 mL dos extratos diluídos (1:1) em água deionizada	Consumo, comportamento alimentar
(Ítavo et al., 2011)	Extrato de própolis verde a 30% p/v 14,9 g de flavonoides/ kg de própolis	Cordeiros/ Dieta 50:50% v/c/doses: 4, 8, 12 ou 16 mL de própolis/animal/dia	Consumo, comportamento alimentar, ganho de peso diário, eficiência de ganho
(Ítavo et al., 2009)	Extrato de própolis verde e marrom a 30% p/v / 14,9 g e 4,5 g de flavonoides/kg de própolis, respectivamente	Cordeiros/ dieta 50:50% v/c/ doses: 30 mL dos extratos diluídos (1:1) em água deionizada	Características de carcaça

Publicação	Tipo de própolis/princípio ativo	Aspectos experimentais	Parâmetros avaliados
Fonte: autor			

O Efeito da própolis sobre desempenho e qualidade de carcaça foi avaliado em ovinos e bovinos. Os principais parâmetros analisados foram: consumo, comportamento alimentar, ganho de peso e ganho de peso diário, conversão alimentar, características de carcaça, perfil de ácidos graxos da carne e parâmetros sanguíneos. Uma síntese dos resultados está apresentada na Figura 1.3.

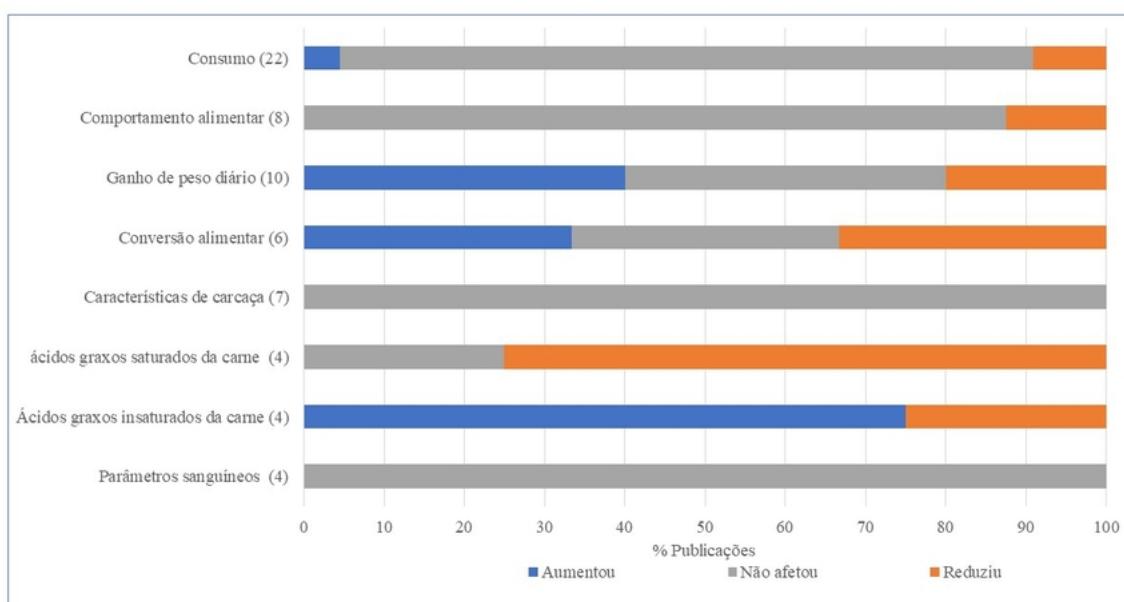


Figura 1.3 – Porcentagem de publicações que apresentaram resultados nos diferentes parâmetros que caracterizam o efeito própolis sobre o desempenho e qualidade da carcaça de ruminantes. O efeito foi considerado significativo (aumentou ou reduziu) quando as diferenças entre a própolis e o controle apresentaram valores de P menores do que 0,05. “Não afetou” corresponde a diferenças não significativas ($P > 0,05$). O número de publicações que mediram o parâmetro é dado entre parênteses. (Fonte: autor)

A sumarização dos resultados das publicações deixou claro que a própolis não influencia, ou afeta muito pouco, o consumo, comportamento alimentar, características morfológicas da carcaça e os parâmetros sanguíneos avaliados.

A própolis influenciou o ganho de peso diário e a conversão alimentar na maioria dos trabalhos, porém os resultados foram ambíguos. Em 33% das publicações a conversão alimentar melhorou e em 40% aumentou o ganho de peso diário dos animais. Por outro lado, em outros 33% a própolis piorou a conversão alimentar e em 20% das publicações, reduziu o ganho de peso diário. Esses resultados são provavelmente reflexos das diferenças na composição e dosagem das própolis utilizadas.

Um resultado que chama a atenção é a influência da própolis no perfil de ácidos graxos da carne. Somente quatro publicações avaliaram esse parâmetro, porém em 75% delas houve redução dos ácidos graxos saturados e aumento dos ácidos graxos insaturados, o que é muito promissor e merece ser melhor estudado.

1.4 Conclusão

Existem efeitos positivos das própolis marrom, verde e vermelha sobre a modulação da fermentação ruminal e isso influencia o crescimento de ruminantes.

Os resultados ainda são variados e necessitam de informações mais precisas sobre quais e em que concentração os compostos fenólicos, presentes nas diferentes própolis, possuem atividade antimicrobiana sobre as bactérias de interesse. Esta seria uma forma de tentar padronizar os extratos, cuja composição pode variar inclusive em função da época do ano.

O resíduo da extração de própolis também conseguiu modular a fermentação ruminal e merece mais estudos, principalmente por ser uma alternativa mais barata que o extrato.

Referências

- AGUIAR, S. C. D. et al. Effect of dietary addition of phenolic compounds from propolis on growth performance, carcass traits, and meat fatty acid profile of feedlot beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 4, p. 1653 – 1670, 2022.
- AGUIAR, S. C. de et al. Effects of phenolic compounds in propolis on digestive and ruminal parameters in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 4, p. 197 – 206, 2014.
- AGUIAR, S. C. de et al. Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against rumen bacteria in vitro. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 29, n. 10, p. 1951 – 1959, 2013.
- AGUIAR, S. C. de et al. Performance, digestibility, microbial production and carcass characteristics of feedlot young bulls fed diets containing propolis. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 4, p. 393 – 400, 2012.
- AGUIAR, S. C. de et al. Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 30, n. 11, p. 2917 – 2926, 2014.
- ARAUJO, C. M. de et al. Gas production and in vitro degradability of sheep diets containing propolis ethanolic extract. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 19, n. 3, p. 277 – 286, 2018.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: A review. *Asian Journal of Animal Sciences*, v. 9, n. 6, p. 254 – 265, 2015.
- BANKOVA, V. Recent trends and important developments in propolis research. *Evid Based Complement Alternat Med*, v. 2, n. 1, p. 29 – 32, 2005.
- BRAGOTTO, A. P. A.; SILVA, F. R. N. Ionóforos poliéteres na cadeia produtiva de leite e derivados: uma revisão. In: BRAGOTTO, A. P. A.; SILVA, F. R. N. (Ed.). *Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos*. São Paulo: Editora Científica Digital, 2020. v. 3, p. 267 – 288.
- BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food Chem Toxicol*., v. 36, n. 4, p. 347 – 363, 1998.
- DANIELI, B.; SCHOGOR, A. L. B. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão. *Revista de veterinária e zootecnia*, v. 27, 2020.
- EHTESHAM, S. et al. The effects of phenolic compounds in iranian propolis extracts on in vitro rumen fermentation, methane production and microbial population. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v. 8, n. 1, p. 33 – 41, 2018.

- FARIA, L. A. N. et al. Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: Comportamento animal e respostas sanguíneas. *Acta Scientiarum*, v. 33, n. 1, p. 79 – 85, 2011.
- FERNÁNDEZ-CALDERÓN, M. C. et al. Chemical profile and antibacterial activity of a novel Spanish propolis with new polyphenols also found in olive oil and high amounts of flavonoids. *Molecules*, v. 25, n. 15, p. 3318 –, 2020.
- GHISALBERTI, E. Propolis: a review honey-bees. *Bee World*, v. 60, n. 2, p. 59 – 84, 1979.
- GIMENEZ-CASSINA LÓPEZ, B.; SAWAYA, A. C. H. F. A review of the plant origins, composition and biological activity of red propolis. In: GIMENEZ-CASSINA LÓPEZ, B.; SAWAYA, A. C. H. F. (Ed.). *Natural Products: Structure, bioactivity and applications*. New York: Nova Scence publishers, 2012. p. 75 – 89.
- GOMES, M. de F. F. et al. In vitro fermentation characteristics of ruminant diets using ethanol extract of brown propolis as a nutritional additive. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 7, p. 599 – 605, 2017.
- HEIMBACH, N. S. et al. Resíduo da extração de própolis marrom na dieta de ruminantes: Digestibilidade e produção de gás in vitro. *Archivos de Zootecnia*, v. 63, n. 242, p. 259 – 267, 2014.
- ÍTAVO, C. C. et al. Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 2, p. 149 – 158, 2019.
- ÍTAVO, C. C. et al. Addition of propolis or monensin in the diet: Behavior and productivity of lambs in feedlot. *Animal Feed Science and Technology*, v. 165, n. 3-4, p. 161 – 166, 5 2011.
- ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 5, p. 898 – 905, 2009.
- ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Green propolis extract as additive in the diet for lambs in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 9, p. 1991 – 1996, 9 2011.
- JOUANY, J. P.; MORGAVI, D. P. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, v. 1, n. 10, p. 1443 – 1466, 2007.
- MARCUCCI, M. C. Biological and therapeutic properties of chemical propolis constituents. *Quimica nova*, v. 19, n. 5, 1996.
- MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, v. 26, n. 2, p. 83 – 99, 1995.

MARQUES, R. da S.; COOKE, R. F. *Effects of ionophores on ruminal function of beef cattle.* 2021.

MARTINS, L. F. et al. Effects of phytonutrients and yeast culture supplementation on lactational performance and nutrient use efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, p. 1746 – 1756, 2023.

MENEZES, G. L. et al. Efeito do uso de óleos essenciais no desempenho de bovinos de corte confinados. *Pubvet*, v. 16, n. 1, p. 1 – 7, 2022.

MORSY, A. S. et al. Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. *Animal Feed Science and Technology*, v. 273, 2021.

MORSY, A. S. et al. Comparison of the in vitro efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter and mitigating the formation of methane. *Animal Feed Science and Technology*, v. 199, p. 51 – 60, 2015.

NASCIMENTO, R. J. T. et al. Residue of propolis extract in bovine diets with increasing levels of protein on rumen fermentation. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 55, 2020.

OEZTUERK, H. et al. Effects of Nisin and Propolis on ruminal fermentation in vitro. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 9, n. 21, p. 2752 – 2758, 2010.

OH, J. et al. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 7, p. 5974 – 5983, 2017.

OLIVEIRA, J. S. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade in vitro da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, scielo, v. 33, p. 504 – 510, 04 2004.

OLIVEIRA, J. S. de et al. Efeito da monensina e da própolis sobre a atividade de fermentação de aminoácidos in vitro pelos microrganismos ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p. 275 – 281, 2006.

OZTURK, H. et al. Effects of propolis on in vitro rumen microbial fermentation. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, v. 57, n. 4, p. 217 – 221, 2010.

PAGE, M. J. et al. *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews.* 2021.

PAIXÃO, T. R. et al. Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, n. 6, 2022.

- PAULA, E. M. de et al. Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. *Livestock Science*, v. 185, p. 136 – 141, 2016.
- PERRY, T. W. Feeds and Feed Additives, Ruminant Feeds. In: PERRY, T. W. (Ed.). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: Wiley online library, 2002.
- PONTES, M. L. C. de et al. Chemical characterization and pharmacological action of Brazilian red propolis. *Acta Brasiliensis*, v. 2, n. 1, p. 34 – 39, 2018.
- PRADO-CALIXTO, O. P. et al. Comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos em ovinos que receberam dietas contendo aditivos à base de extratos de própolis em pó. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, v. 69, n. 2, p. 381 – 390, 2017.
- PRADO, O. P. P. do et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas à base de forragem com adição de própolis e monensina sódica para bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 6, p. 1336 – 1345, 2010a.
- PRADO, O. P. P. do et al. Efeito da adição de própolis e monensina sódica na digestibilidade e características ruminais em bubalinos alimentados com dieta à base de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 9, p. 2055 – 2065, 2010b.
- PRZYBYŁEK, I.; KARPIŃSKI, T. M. Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, v. 24, n. 11, p. 1 – 17, 2019.
- RÍSPOLI, T. B. et al. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 1, p. 92 – 97, 2009.
- RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. *Journal of Animal Science*, n. 64, p. 1519 – 1525, 1987.
- RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1 – 6, 1989.
- SANTOS, L. M. et al. Propolis: types, composition, biological activities, and veterinary product patent prospecting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 100, n. 4, p. 1369 – 1382, 2020.
- SANTOS, N. W. et al. Brazilian propolis extract used as an additive to decrease methane emissions from the rumen microbial population in vitro. *Tropical Animal Health and Production*, v. 48, n. 5, 2016.
- SILVA, F. G. B. da et al. Propolis extract and sodium monensin on ruminal fermentation and hematological parameters in sheep. *Acta Scientiarum*, v. 37, n. 3, p. 273 – 280, 2015.

- SILVA, J. A. D. et al. Dietary addition of crude form or ethanol extract of brown propolis as nutritional additive on behaviour, productive performance and carcass traits of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 1, p. 31 – 40, 2019.
- SILVA, J. A. da et al. Effects of dietary brown propolis on nutrient intake and digestibility in feedlot lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 7, p. 776 – 381, 2014.
- SILVA, Y. A. da et al. Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, n. 5, 2021.
- SIMONE-FINSTROM, M.; SPIVAK, M. Propolis and bee health: The natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, v. 41, n. 3, p. 295 – 311, 2010.
- SIMONE-FINSTROM, M. D.; SPIVAK, M. Increased Resin Collection after Parasite Challenge: A Case of Self-Medication in Honey Bees? *PLoS ONE*, v. 7, n. 3, 2012.
- SIROHI, S. Utilization of Saponins, a Plant Secondary Metabolite in Enteric Methane Mitigation and Rumen Modulation. *Annual Research & Review in Biology*, v. 4, n. 1, p. 1 – 19, 2014.
- SMITH, J. B.; AUSTIC, R. E. Activating the NaK pump with monensin increases aminoisobutyric acid uptake by mouse fibroblasts. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 93, n. 2, p. 392 – 398, 1980.
- SOLTAN, Y. A.; PATRA, A. K. Bee propolis as a natural feed additive: Bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. *Indian Journal of Animal Health*, v. 59, n. 2-Spl, p. 50 – 61, 2020.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 1086 – 1092, 2004a.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação do extrato de própolis sobre a fermentação in vitro de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 1093 – 1099, 2004b.
- TRAN, T. D. et al. Lessons from exploring chemical space and chemical diversity of propolis components. *International Journal of Molecular Science*, v. 21, n. 14, p. 1 – 35, 2020.
- VALERO, M. V. et al. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum*, v. 36, n. 4, p. 419 – 426, 2014.
- VALERO, M. V. et al. Propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: Animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 1067 – 1078, 2015.

- WAGH, V. D. Propolis: A wonder bees product and its pharmacological potentials. *Advances in Pharmacological Sciences*, v. 2013, p. 1 – 11, 2013.
- WIECZOREK, P. P. et al. Chemical Variability and Pharmacological Potential of Propolis as a Source for the Development of New Pharmaceutical Products. *Molecules*, v. 27, n. 5, p. 1 – 28, 2022.
- WONG, A. Unknown Risk on the Farm: Does Agricultural Use of Ionophores Contribute to the Burden of Antimicrobial Resistance? *mSphere*, v. 4, n. 5, 2019.
- YOSHIMURA, E. H. et al. 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*, v. 241, 2018.
- ZAWADZKI, F. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 20, p. 16 – 25, 2011a.
- ZAWADZKI, F. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: Chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1627 – 1636, 2011b.
- ŞENEL, E.; DEMİR, E. Bibliometric analysis of apitherapy in complementary medicine literature between 1980 and 2016. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, v. 31, p. 47 – 52, 2018.

2 CAPÍTULO II - Própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal

Resumo

Objetivou-se avaliar as características de fermentação ruminal de ovinos recebendo extrato de própolis vermelha (EPV). Quatro ovinos Santa Inês machos, castrados, providos de cânulas ruminais permaneceram em área de capim-elefante anão dividida em piquetes, sendo suplementados com blocos multinutricionais contendo EPV (BMEPV) ou blocos multinutricionais controle (BMCON). Foram analisados o pH, N-NH₃, CGCC total, C₂, C₃, C₄, relação C₂:C₃ e CH₄, no vigésimo dia de dois períodos experimentais alternados, às 6h, 12h e 18h do dia. O efeito da adição de EPV aos blocos multinutricionais sobre as características fermentativas do rúmen foi analisado por um delineamento em blocos causalizados com a hora da coleta nas parcelas e o tratamento nas subparcelas, com 4 repetições. O consumo estimado de 216,02 g MS de BMEPV/dia, equivalente a 156 mg de flavonoides/dia, conseguiu modular a fermentação ruminal, resultando no aumento da produção de AGCC (de 102,25 para 105,33 mmol/dia) e proporção molar de C₃ (20,57 para 23,26 mmol/dia), diminuição da relação C₂:C₃ (3,44 para 3,04) e redução da concentração de N-NH₃ em aproximadamente 5,3%. Contudo, não interferiu no pH ruminal ou na produção de CH₄.

Palavras-chave: Amônia, digestibilidade, flavonoides, ovino, metano

Abstract

The objective was to evaluate the rumen fermentation characteristics of sheep receiving red propolis extract RPE. Four male Santa Inês sheep, castrated, provided with ruminal cannula, remained in an area of dwarf elephant grass divided into paddocks, and being supplemented with Feed blocks containing RPE (FBRPE) or control Feed blocks (FBCON).The pH, N-NH₃, total SCFA, C₂, C₃, C₄, C₂:C₃ ratio and CH₄ were analyzed on the twentieth day of two alternating experimental periods, at 6 am, 12 pm and 6 pm of the day. The effect of adding EPV to Feed blocks on the fermentative characteristics of the rumen was analyzed using a block design causalized with the time of collection in the plots and the treatment in the in subplots, with 4 replications. The estimated feed intake of 216.02 g DM of FBRPE/day, equivalent to 156 mg of flavonoids/day, was able to modulate ruminal fermentation, resulting in an increase in SCFA production (from 102.25 to 105.33 mmol/day) and molar ratio of C₃ (20.57 to 23.26 mmol/day), decreased C₂:C₃ ratio (3.44 to 3.04) and reduced concentration of N-NH₃ by approximately 5.3%. However, it did not interfere with rumen pH or CH₄ production.

Key words: Ammonia, digestibility, flavonoids, methane, sheep

2.1 Introdução

Própolis é uma substância resinosa, rica em compostos fenólicos, produzida por abelhas através da coleta de extratos vegetais que são misturados à cera, pólen e secreções das glândulas orofaríngeas. É utilizada na colmeia com vários propósitos: vedar aberturas, rebocar e alisar a superfície das paredes e como defesa contra predadores, micróbios e patógenos (Simone-Finstrom; Spivak, 2010). A própolis tem importante papel na resistência das abelhas a doenças, aumentando a imunidade (individual e da colônia) (Pusceddu et al., 2021; Simone-Finstrom et al., 2017).

Além da saúde das abelhas, a própolis tem contribuído para saúde humana e animal, sendo empregada na medicina, odontologia, indústria farmacêutica e de cosméticos, por sua capacidade imunomoduladora, antioxidante, antitumoral, analgésica e antimicrobiana. Nesse contexto, surgiu também o interesse em utilizar a própolis como aditivo na alimentação de ruminantes, em substituição aos antibióticos moduladores da fermentação ruminal (Stradiotti Júnior et al., 2004b; Stradiotti Júnior et al., 2004a).

A utilização de aditivos antibióticos visa, principalmente pela inibição de bactérias Gram-positivas, melhorar processos benéficos (produção de substâncias glicoformadoras) e minimizar processos ineficientes (absorção de amônia e produção de metano) durante a fermentação (Russell; Strobel, 1989).

Estudos apresentam resultados diversos, mas promissores, sobre a utilização de própolis como aditivo alimentar para ruminantes. Stradiotti et al. (2004), avaliando, *in vitro*, a ação da própolis sobre a fermentação ruminal, observaram um aumento da concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e diminuição da atividade de produção de amônia (AEPA) pelos microrganismos ruminais. Oliveira et al. (2006), também observaram uma redução da AEPA na presença de própolis, porém desta vez acompanhada de redução na produção de amônia e aumento na produção de proteína microbiana, indicando melhoria na eficiência de utilização do nitrogênio. Esses resultados podem estar associados a sensibilidade de bactérias hiper produtoras de amônia a própolis, como demonstrado por Aguiar et al. (2013).

A própolis também se mostrou capaz de aumentar a produção de ácido propiônico (C3) em alguns estudos. Morsy et al. (2015), testando os efeitos da própolis vermelha brasileira e da própolis marrom egípcia, observaram um aumento da produção de C3 e também de ácido acético (C2), o que contribuiu para o aumento dos AGCC totais, porém sem redução da relação C2:C3, independente do tipo de própolis. Por outro lado, Santos et al. (2016), avaliando um produto patenteado a base de própolis - PBP (50,34 mg de flavonoide Epigenina Eq.), observaram que o PBP não influenciou a produção de C2, mas aumentou C3, o que proporcionou a redução da relação de C2:C3 e da produção de metano (CH4). O estudo de Ehtesham et al. (2018), sobre o efeito da própolis iraniana na fermentação e no crescimento de microrganismos ruminais, resultou em aumento da produção de gás, mas com diminuição de CH4, associado a diminuição das populações de protozoários, bactérias fibrolíticas e metanogênicas, sobretudo com doses mais altas do extrato de própolis. Aguiar et al. (2014), identificaram 20 cepas bacterianas oriundas de

conteúdo ruminal de animais consumindo própolis e não encontram nenhuma espécie celulolítica entre elas, indicando sensibilidade dessas a própolis.

A atividade antimicrobiana da própolis provem da ação, provavelmente combinada, de vários compostos químicos, sobretudo compostos fenólicos, oriundos da resina coletada pelas abelhas. Por isso, a extensão dessa atividade depende das espécies botânicas visitadas, sua localização geográfica e período do ano em que foi coletada a resina (Santos et al., 2020).

No Brasil existe 14 tipos de própolis, classificadas de acordo com suas características físicas e químicas, localização geográfica e origem botânica (Park; Alencar; Aguiar, 2002; Silva et al., 2008; Ferreira et al., 2017).

A própolis vermelha foi o 13º tipo de própolis brasileira a ser descrita e caracterizada (Alencar et al., 2007). Ela é produzida por abelhas *Apis mellifera* no litoral dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, quando essas coletam resina da leguminosa *Dalbergia ecastophyllum*, presente nas regiões de mangue desses estados (Daugsch et al., 2008). Ela tem se destacado pela variedade de compostos fenólicos, inclusive alguns não encontrados em outros tipos de própolis, caso dos isoflavonoides, que podem possuir atividade antimicrobiana superior a flavonoides (Oldoni et al., 2011).

Os estudos utilizando própolis vermelha em ruminantes são mais recentes e também animadores (Soltan et al., 2016; Morsy et al., 2016; Morsy et al., 2013; Morsy et al., 2015; Silva et al., 2021; Paixão et al., 2022). A suplementação de ovelhas no período pré-parto com 3 g/dia de extrato seco de própolis vermelha aumentou a digestibilidade da matéria orgânica e da proteína bruta, reduziu a relação C2:C3, CH4 e N-NH3 (Morsy et al., 2021).

O objetivo do presente estudo foi avaliar as características de fermentação ruminal de ovinos em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo extrato de própolis vermelha.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Animais e sistema de alimentação

Foram utilizados quatro ovinos Santa Inês machos, castrados, pesando em média 55 kg e providos de cânulas ruminais. O estudo foi realizado conforme os critérios relativos aos cuidados com animais experimentais, aprovado pelo comitê de ética e bem-estar animal da Universidade Federal de Alagoas (CEUA nº 37/2018).

Os animais permaneceram em uma área de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), dividida em piquetes de 30 m². Cada piquete era provido de uma pequena área coberta, onde ficavam os cochos para água e suplementação. A suplementação foi oferecida em forma de blocos multinutricionais à base de milho e soja, com ou sem extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo.

Foi adotado o sistema de pastejo com lotação intermitente alternada, com dois ani-

mais/piquete. Em cada período, com duração de 20 dias, dois animais recebiam BM com EPV (BMEPV) e dois animais recebiam BM sem EPV (BMCON-controle).

2.2.2 Extrato de própolis vermelha (EPV)

A própolis vermelha foi adquirida em apiário comercial, localizado no município de Marechal Deodoro, litoral norte do estado de Alagoas, Brasil. Para preparação do extrato, a própolis bruta foi fracionada a tamanhos menores, colocada em recipiente de vidro protegido da luz e misturada a uma solução de álcool etílico a 70% (1:1 p/v). Diariamente, por quatro vezes, o extrato etanólico de própolis, localizado acima do material ceroso decantado, foi retirado e filtrado em papel filtro. O volume total retirado foi misturado e armazenado em recipiente de vidro protegido da luz para, ao final do quarto dia, ser colocado em estufa a 40º C até atingir uma umidade aproximada de 20%.

O conteúdo em flavonoides totais do extrato foi de 72,5 mg (Catequina Eq)/g MS de EPV.

2.2.3 Blocos multinutricionais (BM)

Os BM foram confeccionados segundo metodologia descrita por (Cunha et al., 2017), tendo como principal fonte proteica o farelo de soja e fonte energética o farelo de milho, além do melaço, ureia, minerais e agentes solidificantes (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Ingredientes, em massa e percentual, de blocos multinutricionais para suplementação de ovinos, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo modulador da fermentação ruminal

Ingredientes	BMCON (g)	BMEPV (g)	%
Ureia	100	100	05
Melaço	400	400	20
Sal comum	200	200	10
Cal hidratada	200	200	10
Suplemento mineral	120	120	06
Farelo de soja	400	400	20
Farelo de milho	520	520	26
Calcário	060	060	03
EPV		20 mL	
TOTAL	2000	2000	100

Fonte: autor

Todos os ingredientes foram homogeneizados e prensados em prensa mecânica para adquirir a forma de um bloco cilíndrico. Análises bromatológicas e de digestibilidade *in vitro* do pasto e dos blocos multinutricionais foram executadas seguindo a metodologia descrita por Delmann et al. (2012). Os BM do tratamento com própolis receberam 20 mL de EPV, o equivalente a 0,725 mg de flavonoide (Catequina Eq)/g de BM.

Tabela 2.2 – Composição bromatológica e digestibilidade do pasto e suplemento ofertado a cordeiros, recebendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal

Alimento	%MS	% MM	%PB	%EE	%FDN	%FDA	%DIVMS
Pasto	16,12	12,41	16,06	2,92	62,69	30,59	67,17
BMCON	83,48	35,92	24,54	7,21	32,19	13,78	77,06
BMEPV	84,23	36,68	24,52	6,83	31,86	15,01	84,13

MS: matéria seca, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca. (Fonte: autor)

2.2.4 Estimativa do consumo de aditivo

Para avaliação do consumo do suplemento e aditivo, os blocos multinutricionais foram pesados antes de serem fornecidos aos animais, sendo as trocas efetuadas quando chegavam a aproximadamente 10% do seu tamanho inicial. A sobra do BM substituído foi seca em estufa, para posterior cálculo do consumo individual estimado= [(peso inicial (g MS)– peso final (g MS)/2].

2.2.5 Avaliação das características fermentativas

A avaliação das características fermentativas do rúmen foi feita pelo monitoramento do pH, N-NH₃, AGCC total, C₂, C₃, C₄ e CH₄, no vigésimo dia de cada período experimental. A coleta de conteúdo ruminal foi realizada às 6, 12 e 18 horas. Amostras de 300 mL de conteúdo, líquido e sólido, foram retiradas dos diferentes locais do rúmen, homogeneizados com o auxílio de um misturador elétrico por aproximadamente 20 segundos e em seguida distribuídas para as diferentes análises.

O pH foi determinado imediatamente após a coleta. Aproximadamente 50 mL de líquido ruminal foi acidificado com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 e armazenados a -20 °C, para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (Delmann et al., 2012).

Para o monitoramento do AGCC e CH₄, utilizou-se a técnica de fermentação ruminal *ex situ*, adaptada a metodologia descrita por Perna Junior et al. (2017). Essa técnica simula, em frascos de vidro (micro-rúmen), as condições predominantes do rúmen no momento da coleta, a fim de estimar as concentrações de AGCC e CH₄ do conteúdo ruminal.

Amostras de 30 mL do conteúdo ruminal homogeneizado foram acondicionadas em frascos de vidro de 50 mL (micro-rúmen). Para determinar a produção de ex-situ, os frascos foram lacrados e purgados com dióxido de carbono (CO₂), para manter a anaerobiose. Em seguida foram incubados em banho-maria a 39°C, por 30 minutos, antes de serem levados, junto aos seus respectivos brancos (frascos não incubados), à panela de pressão com água fervente por 15 minutos, para bloquear a fermentação.

As quantificações de C₂, C₃, C₄ e CH₄ foram realizadas por cromatografia gasosa. Amostras de gás, purgadas dos frascos (micro-rúmen), foram injetadas no cromatógrafo a gás modelo CG – Master, com Coluna Poparak n, para mensurações de gás metano. Amostras de líquido, oriundas também dos frascos, foram centrifugadas a 4000 rpm durante 30 minutos e em seguida injetadas no cromatógrafo, com Coluna Carbowax 30m, para mensurações dos ácidos graxos de cadeia curta. Após leitura das amostras, os gráficos foram interpretados pelo programa Peaksimple, usando como padrão o gás metano, previamente injetado a uma concentração de 55,1 mmol/L, e os ácidos acético, propiônico e butírico, previamente injetados a uma concentração de 10 mmol/L. A produção de CH₄ ex-situ foi calculada pela diferença entre os resultados das amostras incubados e seus respectivos brancos.

2.2.6 Análise estatística

O efeito da adição de EPV aos blocos multinutricionais sobre as características fermentativas do rúmen (pH , N-NH₃, CH₄, AGCC total, C₂, C₃ e C₄) foi analisado por um delineamento em blocos causalizados com a hora da coleta nas parcelas e o tratamento nas subparcelas, com 4 repetições. A análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade foi avaliada no programa R.

2.3 Resultados e discussão

A inclusão de extrato de própolis vermelha não alterou a composição bromatológica dos blocos nutricionais, porém melhorou em mais de 8% a DIVMS. Os inóculos utilizados nos ensaios foram doados pelos animais recebendo os respectivos blocos testados e isso pode ter influenciado os resultados, indicando uma modulação da microbiota pela própolis.

Os consumos médios de blocos multinutricionais pelos ovinos foi de 184,64 g MS de BPCON/dia pelos animais do tratamento controle e 216,02 g MS de BMEPV/dia pelos animais recebendo EPV. Assumindo que o extrato de própolis estava distribuído de forma homogênea no bloco, os animais do grupo própolis consumiram 156 mg de flavonoide (Eq Catequina)/dia, aproximadamente.

O pH ruminal, apesar de oscilações mais evidenciadas no grupo controle, não foi influenciado pela própolis ($p>0,05$) (Figura 2.1). A maior variação ocorreu no grupo controle, sendo entre 6,85, às 6 h da manhã e 6,57, ao meio-dia. Contudo, esta pequena variação não traz consequências para a microbiota e está dentro do limite esperado para animais em condições de pastejo. A suplementação em blocos multinutricionais também colabora para estabilidade do pH, uma vez que, diferente dos suplementos convencionais, os blocos multinutricionais são consumidos lentamente (Cunha et al., 2017).

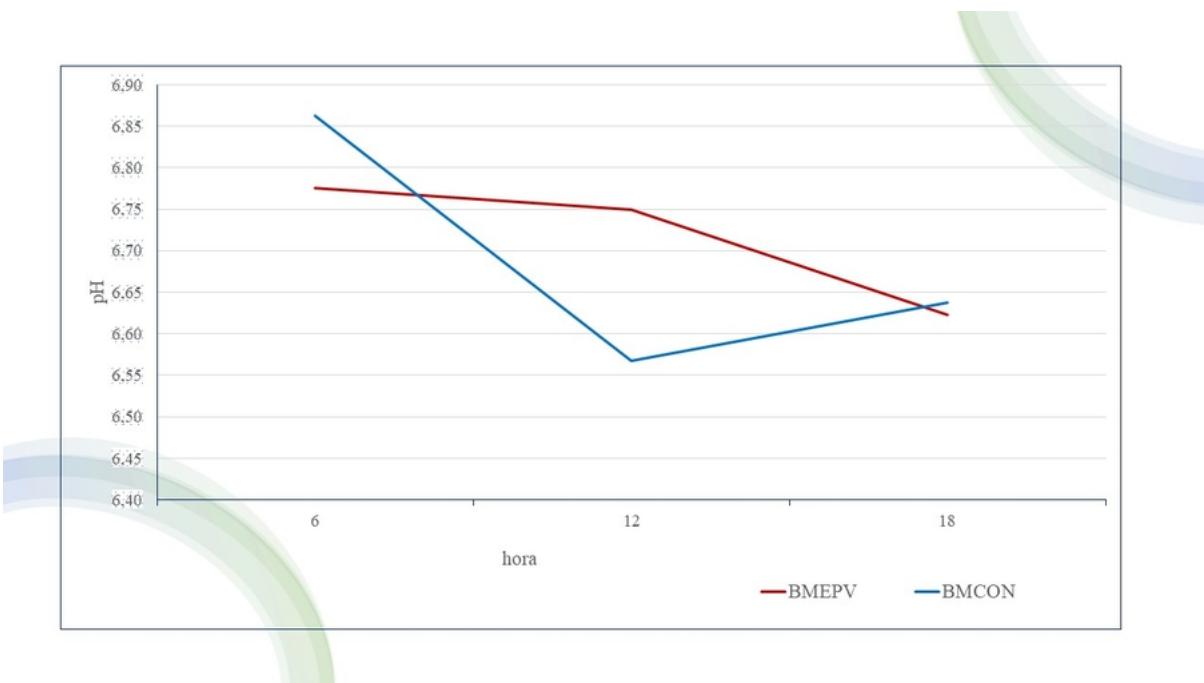


Figura 2.1 – Evolução do pH de ovinos em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal

A Tabela 2.3 apresenta os resultados da influência da suplementação com BMEPV sobre fermentação ruminal.

Tabela 2.3 – Características da fermentação ruminal de ovinos em pastejo, suplementados (BMEPV) ou não (BMEPV) com blocos multinutricionais contendo própolis vermelha como aditivo modulador da fermentação ruminal

Variável	Tratamento (trat)		EPM	Hora (H)			EPM	Valor de P		
	BMCN	BMEPV		06h	12h	18h		trat	H	trat*H
C2(mmol/L)	70,62	70,50	3,08	69,47a	72,71b	69,50a	1,14	0,7887	0,0155	0,0019
C3 (mmol/L)	20,57A	23,26 B	0,85	22,25	21,47	22,02	2,24	0,0017	0,2947	0,9470
C4 (mmol/L)	11,06	11,57	0,71	11,07	11,82	11,06	0,63	0,1499	0,1970	0,1244
AGCC (mmol/L)	102,25 A	105,33 B	4,67	102,79a	106,01b	102,58a	7,07	0,0194	0,0332	0,0589
C2:C3	3,44 B	3,04 A	0,02	3,15	3,17	3,40	0,03	0,0230	0,1306	0,4824
CH4 (mmol/L)	0,1138	0,1134	0,0014	0,1165	0,1126	0,1123	0,02	0,8499	0,3380	0,5484

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P<0,05$) estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C2= acetato; C3= propionato; C4= butirato; AGCC= ácidos graxos de cadeia curta totais; C2:C3= relação acetato:propionato; EPM = erro padrão da média; P = nível de significância. Obs: produção dos tratamentos independente da hora e produção nas horas independente dos tratamentos. (Fonte: autor)

Dos três principais AGCC, somente C3 teve sua concentração afetada. A produção de C2, apesar de não ter sido modulada pelo EPV, apresentou interação significativa entre o EPV e o tempo da coleta (Tabela 2.3, Figura 2.2). O aumento da produção de C3 foi responsável pelo aumento da concentração de AGCC e redução na relação C2:C3. Esses resultados, de certa forma, validam o que foi observado no ensaio de DIVMS, onde os BMEPV foram melhor digeridos, mesmo apresentando a mesma composição bromatológica (Tabela 2.2), indicando uma mudança na atividade microbiana sob o efeito do extrato de própolis.

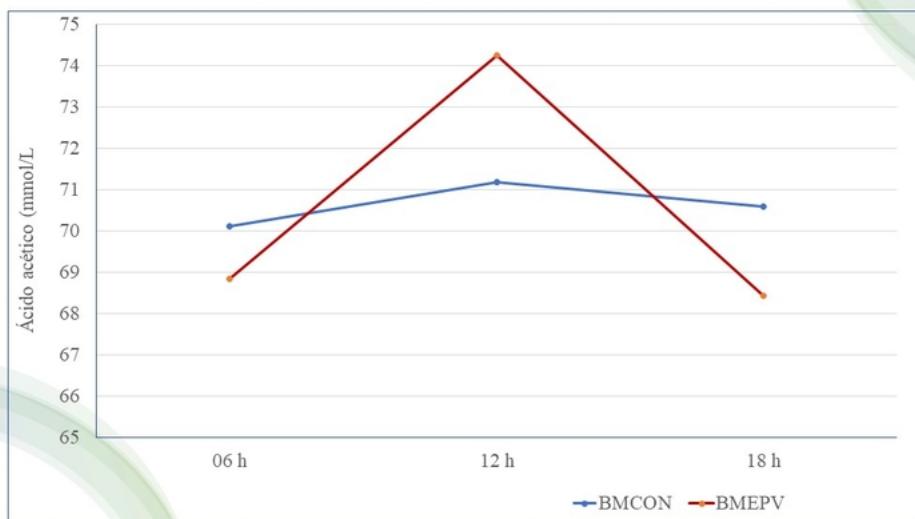


Figura 2.2 – Produção de ácido acético (mmol/L) de ovinos suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (Fonte: autor)

A modulação da fermentação microbiana visa aumentar a quantidade de substratos glicoformadores, como no caso do C3 e reduzir perdas por formação de gás metano e por absorção de amônia no rúmen. Os microrganismos ruminais fermentam carboidratos e proteínas, para obter os nutrientes necessários para seu crescimento, gerando AGCC e proteína microbiana, porém também, CO₂, H₂ e CH₄. As bactérias celulolíticas, na sua maioria Gram-positivas, ao produzirem C2 como produto final, liberam bastante H₂ durante a fermentação. As metanogênicas, por sua vez, utilizam H₂ e CO₂, na sua busca energética, gerando CH₄ como produto final. Por outro lado, as bactérias amilolíticas, que produzem principalmente C3 como produto final de fermentação são, na sua maioria, Gram-negativas (Cronje, 2000).

Monesina, aditivo antibiótico ionóforo mais utilizado na produção animal, modula a fermentação animal pela redução das bactérias Gram-positivas (??). Estudos tem demonstrado essa mesma capacidade na própolis. (Aguiar et al., 2013) testaram a atividade antimicrobiana da própolis em vários grupos funcionais bacterianos do rúmen. Das sete cepas Gram-positivas avaliadas, apenas uma (*Ruminococcus albus* 20) se mostrou resistente, por outro lado, duas importantes Gram-negativas, *Fibrobacter succinogenes* e *Prevotella albensis*, se mostraram sensíveis ao produto a base de própolis testado.

Contudo, trabalhos analisando a influência da própolis sobre produção de AGCC trazem resultados diversos. Nascimento et al. (2020), observaram uma redução da relação C2:C3 e CH₄ sem aumento significativo das produções de C2, C3 e C4. Morsy et al. (2015), testando *in vitro* extratos de própolis vermelha brasileira e própolis marrom do Egito, observaram aumento do AGCC, C2 e C3, o que levou a um aumento da relação C2:C3, sem influência sobre a produção de CH₄.

No presente estudo, o consumo de BMEPV também não influenciou a produção de CH₄ ($p= 0,8499$). A produção de metano no rúmen depende da quantidade de H₂ no meio e da presença de microrganismos metanogênicos. Alguns trabalhos mostram que a própolis pode contribuir com a mitigação de metano ruminal de duas formas: inibindo os microrganismos produtores de H₂, bactérias celulolíticas e protozoários (Ehtesham et al., 2018; Aguiar et al., 2014) e inibindo os microrganismos metanogênicos (Archaeas) (Ehtesham et al., 2018). A diversidade na composição e na concentração em compostos fenólicos dos extratos de própolis testados, se comparados ao BMEPV, pode ter contribuído para o resultado divergente.

A quantidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) presente no rúmen não variou nos tempos de coleta, mas foi influenciada pelo tipo de suplemento consumido (Figura 2.3). A média passou de 26,05 mg/dL, nos animais recebendo BMCON, para a 24,67 mg/dL nos animais consumindo BMEPV, uma redução de aproximadamente 5,3%.

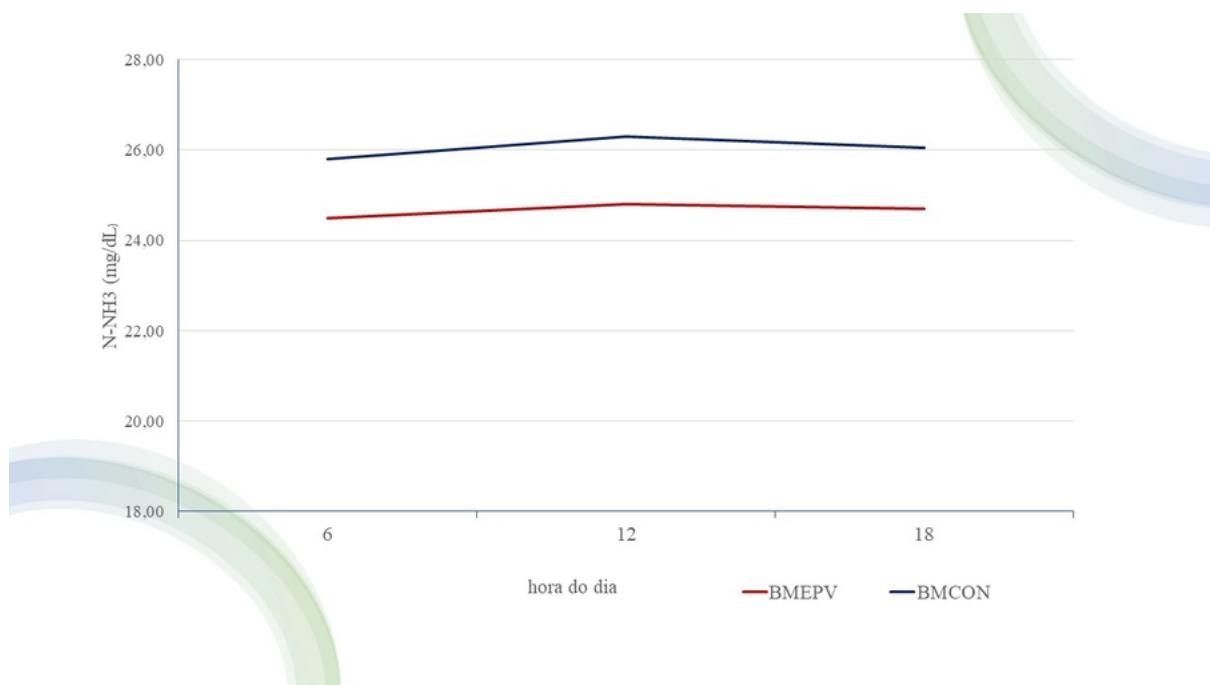


Figura 2.3 – Evolução do N-NH₃ de ovinos em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais, contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo modulador da fermentação ruminal ($P<0,05$) (Fonte: autor)

A concentração em N-NH₃ é consequência da ação das bactérias ruminais sobre o nitrogênio não proteico e proteína degradada no rúmen, assim como de sua transformação em proteína microbiana (PM) ou absorção. O N-NH₃ é a principal fonte de nitrogênio dos microrganismos celulolíticos e contribui com aproximadamente 30% da síntese de PM, pelas bactérias proteolíticas e amilolíticas (Russell et al., 1992). Dewhurst e Newbold (2022) definiram 5 mg/mL como a concentração mínima de N-NH₃ para garantir o crescimento microbiano. Mehrez, Ørskov e McDonald (1977) consideraram que a concentração ótima de amônia no fluido ruminal pode ser determinada como aquela responsável pela máxima produção de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado ou aquela que permite a taxa máxima de

fermentação no rúmen e que nem sempre os valores coincidem. Para eles, a concentração mínima de 23,5 mg de N-NH₃/mL é necessária para atingir a taxa máxima de fermentação ruminal, principalmente com dietas de melhor qualidade. Para Leng (1990), a amônia deve ser superior a 10 mg/dL a fim de não limitar a digestão ruminal da matéria seca e acima de a 20 mg/dL para contribuir com o aumento da ingestão de matéria seca.

Assim, diversos estudos buscaram aproximar as concentrações de N-NH₃ a esses valores de referência, para garantir o crescimento microbiano e a digestibilidade da dieta, mas evitar perdas em forma de ureia. A redução de aproximadamente 5,3% (de 26,05 para 24,67 mg/dL) da concentração em N-NH₃, nos animais consumindo BMEPV atende a essa expectativa. Esses valores foram próximos aos de Paixão et al. (2022), que recomendaram a inclusão de 21 mL/dia de extrato de própolis vermelha (30% p/v álcool 70%), correspondente a 178,5 mg de flavonoides na dieta de cordeiros em confinamento, a fim de reduzir o NH₃-N ruminal. Esse valor é um pouco acima do consumo estimado para os animais recebendo BMEPV, que foi de 156 mg de flavonoides/dia.

2.4 Conclusão

A oferta de extrato de própolis vermelha em blocos multinutricionais proporcionou o consumo estimado de 156 mg de flavonoides/animal/dia e conseguiu modular a fermentação ruminal, resultando no aumento da produção de AGCC e proporção molar de C₃, diminuição da relação C₂:C₃ e redução da concentração de N-NH₃. Contudo, não interferiu no pH ruminal ou na produção de CH₄.

Referências

- AGUIAR, S. C. de et al. Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against rumen bacteria in vitro. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 29, n. 10, p. 1951 – 1959, 2013.
- AGUIAR, S. C. de et al. Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 30, n. 11, p. 2917 – 2926, 2014.
- ALENCAR, S. M. et al. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: Red propolis. *J Ethnopharmacol*, v. 113, n. 2, p. 278 – 283, 2007.
- CRONJE, P. *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. New York: CABI Publishing, 2000. 474 p.
- CUNHA, M. das G. G. et al. *Blocos Multinutricionais*: Suplemento alimentar para ruminantes no Semiárido. João Pessoa: EMEPA, 2017. 94 p.
- DAUGSCH, A. et al. Brazilian red propolis - Chemical composition and botanical origin. *Evid Based Complement Alternat Med.*, v. 5, n. 4, p. 435 – 441, 2008.
- DELMANN, E. et al. *Métodos para análise de alimentos-INCT- Ciência Animal*. 1. ed. Visconde de Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.
- DEWHURST, R. J.; NEWBOLD, J. R. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, v. 127, n. 6, p. 199 – 208, 2022.
- EHTESHAM, S. et al. The effects of phenolic compounds in iranian propolis extracts on in vitro rumen fermentation, methane production and microbial population. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v. 8, n. 1, p. 33 – 41, 2018.
- FERREIRA, J. M. et al. New propolis type from northeast Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, n. 11, p. 3552 – 3558, 2017.
- LENG, R. A. Factors affecting the utilization of ‘poorquality’ forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*, v. 303, n. 1990, p. – 277, 1990.
- MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*, v. 38, n. 3, p. 437 – 443, 1977.
- MORSY, A. S. et al. Effect of Brazilian red propolis administration on hematological, biochemical variables and parasitic response of Santa Inês ewes during and after flushing period. *Tropical Animal Health and Production*, v. 45, n. 7, p. 1609 – 1618, 2013.

MORSY, A. S. et al. Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. *Animal Feed Science and Technology*, v. 273, 2021.

MORSY, A. S. et al. Comparison of the in vitro efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter and mitigating the formation of methane. *Animal Feed Science and Technology*, v. 199, p. 51 – 60, 2015.

MORSY, A. S. et al. Impact of Brazilian red propolis extract on blood metabolites, milk production, and lamb performance of Santa Inês ewes. v. 48, n. 5, 2016.

NASCIMENTO, R. J. T. et al. Residue of propolis extract in bovine diets with increasing levels of protein on rumen fermentation. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 55, 2020.

OLDONI, T. L. C. et al. Isolation and analysis of bioactive isoflavonoids and chalcone from a new type of Brazilian propolis. *Separation and Purification Technology*, v. 77, n. 2, p. 208 – 213, 2011.

OLIVEIRA, J. S. de et al. Efeito da monensina e da própolis sobre a atividade de fermentação de aminoácidos in vitro pelos microrganismos ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p. 275 – 281, 2006.

PAIXÃO, T. R. et al. Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, n. 6, 2022.

PARK, Y. K.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 9, p. 2502 – 2506, 2002.

PERNA JUNIOR, F. et al. Effect of tannins-rich extract from *Acacia mearnsii* or monensin as feed additives on ruminal fermentation efficiency in cattle. *Livestock Science*, v. 203, p. 21 – 29, 2017.

PUSCEDDU, M. et al. Honeybees use propolis as a natural pesticide against their major ectoparasite. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 288, n. 1965, 2021.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of animal science*, v. 70, n. 11, p. 3551 – 3561, 1992.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1 – 6, 1989.

SANTOS, L. M. et al. Propolis: types, composition, biological activities, and veterinary product patent prospecting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 100, n. 4, p. 1369 – 1382, 2020.

- SANTOS, N. W. et al. Brazilian propolis extract used as an additive to decrease methane emissions from the rumen microbial population in vitro. *Tropical Animal Health and Production*, v. 48, n. 5, 2016.
- SILVA, B. B. et al. Chemical composition and botanical origin of red propolis, a new type of Brazilian propolis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, v. 5, n. 3, p. 313 – 316, 2008.
- SILVA, Y. A. da et al. Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, n. 5, 2021.
- SIMONE-FINSTROM, M. et al. Propolis counteracts some threats to honey bee health. *Insects*, v. 8, n. 2, p. 1 – 20, 2017.
- SIMONE-FINSTROM, M.; SPIVAK, M. Propolis and bee health: The natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, v. 41, n. 3, p. 295 – 311, 2010.
- SOLTAN, Y. et al. Propolis as a natural feed additive in ruminant diets; can propolis affect the ruminants performance?: A review. *Egyptian J. Nutrition and Feeds*, v. 19, n. 1, p. 73 – 79, 2016.
- STRADIOTTI, D. et al. Effect of the propolis on amino acids deamination and ruminal fermentation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 1086 – 1092, 2004.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 1086 – 1092, 2004a.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação do extrato de própolis sobre a fermentação in vitro de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 1093 – 1099, 2004b.

3 CAPÍTULO III - Desempenho e características de carcaça de cordeiros consumindo própolis vermelha

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do extrato de própolis vermelha sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais. Foram utilizados dez cordeiros, mestiços de Santa Inês, machos não castrados, com peso médio inicial de $21,71 \pm 1,75$ kg. Os cordeiros permaneceram por 63 dias em uma área de capim-elefante anão, dividida em piquetes de 30 m^2 , em sistema de pastejo com lotação intermitente alternada, com cinco animais/piquete. A suplementação foi oferecida em forma de blocos multinutricionais à base de milho e soja, com ou sem extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo. Foram estimados o consumo individual, do suplemento e aditivo; avaliados o comportamento alimentar, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA) e características de carcaça. O extrato de própolis vermelha não influenciou o consumo e comportamento alimentar ou os pesos e rendimentos de carcaça ($P > 0,05$), contudo aumentou o GMD (54,29 g/dia para 84,48 g/dia), EA (6,25% para 11,27%), largura de garupa (20,90 cm para 23,30 cm) e compacidade da perna (0,63% para 0,73%). Os resultados obtidos foram baseados em um consumo estimado de 1,9 mL de EPV e 142 mg de flavonoide (Eq Catequina)/dia, presumindo que consumos diárias maiores ou a mais longo prazo poderiam alcançar melhores resultados.

Palavras-chave: Aditivo, consumo, comportamento alimentar, eficiência alimentar, flavonoides

Abstract

The objective was to evaluate the effect of red propolis extract on the performance and carcass characteristics of lambs finished on pasture, supplemented with Feed blocks. Ten lambs were used, crossbreeds from Santa Inês, uncastrated males, with an average initial weight of 21.71 ± 1.75 kg. The lambs remained for 63 days in an area of dwarf elephant grass, divided into 30 m^2 paddocks, in a grazing system with alternating intermittent stocking, with five animals/paddock. The supplementation was offered in the form of corn and soy-based Feed blocks, with or without red propolis extract (RPE) as an additive. Individual, supplement and additive intake were estimated; Ingestive behavior, average daily gain (ADG), feed efficiency (FE) and carcass characteristics were evaluated. Red propolis extract did not influence intake and ingestive behavior or carcass weights and yields ($P > 0,05$), however, it increased ADG (54,29 g/day to 84,48 g/day), FE (6,25% to 11,27%), croup width (20.90 cm to 23.30 cm) and leg compactness (0.63% to 0.73%). The results obtained were based on an estimated intake of 1.9 mL of RPE and 142 mg of flavonoid (Eq Catechin)/day, assuming that greater daily or longer-term intake could achieve better results.

Key words: Additive, ingestive behavior, feed intake, feed efficiency, flavonoids

3.1 Introdução

A proposta de utilização de própolis como aditivo na dieta de ruminantes visa melhorar a eficiência produtiva dos animais, por meio da modulação da fermentação ruminal. Ela faz parte de um grupo de substâncias naturais, estudadas pelo potencial de substituir aditivos antibióticos promotores do crescimento em ruminantes, com interesse crescente após proibição da utilização de aditivos antibióticos pela União Europeia em 2006 (Jouany; Morgavi, 2007; Soltan; Patra, 2020; Soltan et al., 2016).

Estudos demonstraram que substâncias presentes na própolis inibem protozoários e bactérias Gram-positivas, reduzindo a população de espécies fibrolíticas, metanogênicas e hiper produtoras de amônia (Ehtesham et al., 2018; Aguiar et al., 2013; Aguiar et al., 2014). Essas mudanças na fermentação levam a uma melhor eficiência de utilização da energia e nitrogênio, por aumentar a produção de ácido propiônico (C3) e diminuir a produção de metano (CH4) e amônia no rúmen (Morsy et al., 2021; Nascimento et al., 2020; Ehtesham et al., 2018).

Como a produção de ruminantes é muito dependente do grau de transformação dos substratos no rúmen, espera-se que a otimização da fermentação ruminal seja refletida em melhoria no desempenho e na qualidade do produto final. O número de estudos testando essa hipótese com a própolis é pequeno, porém sinalizam para a capacidade da própolis em aumentar o ganho de peso diário (GPD) dos animais (Aguiar et al., 2022; Paixão et al., 2022; Ítavo et al., 2019; Valero et al., 2014b; Zawadzki et al., 2011a) e melhorar no perfil de ácidos graxos da carne (Aguiar et al., 2022; Silva et al., 2019; Valero et al., 2011). Contudo, parece não influenciar o consumo e comportamento alimentar ((Aguiar et al., 2022; Paixão et al., 2022; Silva et al., 2021; Prado-Calixto et al., 2017; Faria et al., 2011) ou as características de carcaça (Valero et al., 2014b; Zawadzki et al., 2011a).

As informações acima atestam a necessidade de mais evidências que consolidem a própolis como aditivo alimentar natural, promotor do crescimento em ruminantes. Assim, este estudo objetivou avaliar o efeito do extrato de própolis vermelha sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais e sistema de alimentação

Foram utilizados dez cordeiros, mestiços de Santa Inês, machos não castrados, com peso médio inicial de $21,71 \pm 1,75$ kg. O estudo foi realizado conforme os critérios relativos aos cuidados com animais experimentais, aprovado pelo comitê de ética e bem-estar animal da Universidade Federal de Alagoas (CEUA nº 37/2018).

Os cordeiros permaneceram por 63 dias em uma área de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dividida em piquetes de 30 m^2 , em sistema de pastejo com lotação intermitente alternada, com cinco animais/piquete. Cada piquete era provido de uma área coberta,

onde ficavam os cochos para água e suplementação, *ad libitum*. A suplementação foi oferecida em forma de blocos multinutricionais à base de milho e soja, com ou sem extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo. Os sete primeiros dias foram considerados de adaptação dos animais as condições experimentais.

3.2.2 Extrato de própolis vermelha (EPV)

A própolis vermelha foi adquirida em apiário comercial, localizado no município de Marechal Deodoro, litoral norte do estado de Alagoas, Brasil. Para preparação do extrato, a própolis bruta foi fracionada a tamanhos menores, colocada em recipiente de vidro protegido da luz e misturada a uma solução de álcool etílico a 70% (1:1 p/v). Diariamente, por quatro vezes, o extrato etanólico de própolis, localizado acima do material ceroso decantado, foi retirado e filtrado em papel filtro. O volume total retirado foi misturado e armazenado em recipiente de vidro protegido da luz para, ao final do quarto dia, ser colocado em estufa a 40º C até atingir uma umidade aproximada de 20%.

O conteúdo em flavonoides totais do extrato foi de 72,5 mg (Catequina Eq)/g MS de EPV.

3.2.3 Blocos multinutricionais (BM)

Os BM foram confeccionados segundo metodologia descrita por (Cunha et al., 2017), tendo como principal fonte proteica o farelo de soja e fonte energética o farelo de milho, além do melaço, ureia, minerais e agentes solidificantes (Tabela 2.1).

Tabela 3.1 – Ingredientes, em massa e percentual, de blocos multinutricionais para suplementação de ovinos, contendo (BMEPV) ou não (BMCN) extrato de própolis vermelha (EPV) como aditivo promotor do crescimento

Ingredientes	BMCN (g)	BMEPV (g)	%
Ureia	100	100	05
Melaço	400	400	20
Sal comum	200	200	10
Cal hidratada	200	200	10
Suplemento mineral	120	120	06
Farelo de soja	400	400	20
Farelo de milho	520	520	26
Calcário	060	060	03
EPV		20 mL	
TOTAL	2000	2000	100

Fonte: autor

Todos os ingredientes foram homogeneizados em betoneira e prensados em prensa mecânica Laboremus® para adquirir a forma de um bloco cilíndrico. Análises bromatológicas e de digestibilidade *in vitro* do pasto e dos blocos multinutricionais foram executadas seguindo a metodologia descrita pelo Delmann et al. (2012) (Tabela 3.2)

Tabela 3.2 – Composição bromatológica e digestibilidade do pasto e suplemento ofertado a cordeiros, recebendo (BMEPV) ou não (BMCN) própolis como aditivo promotor do crescimento

Alimento	%MS	% MM	%PB	%EE	%FDN	%FDA	%NDT	%DIVMS
Pasto	16,22	12,41	16,06	2,92	62,69	30,59	66,43	67,17
BMCN	83,48	35,92	24,54	7,21	32,19	13,78	78,19	77,06
BMEPV	84,23	36,68	24,52	6,83	31,86	15,01	77,33	84,13

MS: matéria seca, MM: matéria mineral, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca. (Fonte: autor)

A digestibilidade dos nutrientes foi estimada considerando a concentração do nutriente na dieta ingerida e excretada nas fezes. Os BM do tratamento com própolis receberam 20 mL de EPV, o equivalente a 0,725 mg de flavonoide (Catequina Eq)/g de BM.

3.2.4 Estimativa do consumo e comportamento alimentar

Consumo

Para estimativa de consumo individual, do suplemento e aditivo, os blocos multinutricionais foram pesados antes do fornecimento aos animais, sendo as trocas efetuadas quando chegavam a aproximadamente 10% do seu tamanho inicial. A sobra do BM substituído foi seca em estufa, para posterior cálculo do consumo individual estimado do suplemento (CS) pela fórmula:

$$CS(gMS/dia) = [(pesoinicial - peso final)/NA]$$

Peso inicial = peso do BM antes do fornecimento (gMS)

Peso final= peso do BM após o fornecimento (gMS)

NA= número de animais no lote (5)

A estimativa do Consumo de MS do pasto (CP) foi calculada de acordo com Delmann et al. (2001), pela equação:

$$CP(gMS/dia) = [(EF - EFS)/(1 - DIVMSP)]$$

EF = média da excreção fecal total (gMS/dia);

EFS = excreção fecal do suplemento (gMS/dia);

DIVMSP = digestibilidade in vitro da matéria seca do pasto.

A excreção fecal do suplemento (EFS) foi estimada pela equação:

$$EFS(gMS/dia) = CS \cdot (1 - DIVMSS)$$

CS: consumo de matéria seca do suplemento (gMS/dia) ;

DIVMS: digestibilidade in vitro da MS do suplemento (g).

A coleta total de fezes, necessária para a estimativa do consumo, foi realizada no final do período experimental, utilizando-se bolsas coletooras acopladas aos animais. A excreção fecal (EF) correspondeu ao peso médio de três dias consecutivos de coleta, com base na MS das fezes. O esvaziamento das bolsas era realizado no início da manhã e final da tarde, para evitar sobrecarga.

Comportamento alimentar

Foram realizados dois períodos de avaliação do comportamento alimentar, no vigésimo quinto e no trigésimo quinto dia experimental, sempre das 05:30h às 17:30h. O método utilizado foi descrito por JAMIESON e HODGSON (1979), onde, a cada 5 minutos, foram anotadas as

atividades momentâneas dos cordeiros: pastejo, ruminação, consumo do suplemento ou outras atividades (ingestão de água (IA), ócio (OC) e manejo(M)). Através dos dados coletados, foram calculados: tempo de pastejo (TP), tempo de ruminação (TR), tempo de mastigação (TP+TR), tempo de consumo do suplemento (TCS), tempo de consumo total (TP+TCS) e tempo em outras atividades (IA+OC+M).

Dados meteorológicos do período foram coletados na Estação Agrometeorológica Automática do Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia/CECA/UFAL (Latitude: 9°28'29,1"S; Longitude: 35°49'43,6"W; Altitude: 127,0 m).

3.2.5 Avaliação do desempenho

Para a avaliação de desempenho, os cordeiros foram pesados no primeiro (PVI) e no último dia de experimento (PVF).

O ganho de peso diário (GPD) foi calculado pela fórmula:

$$GPD(g/dia) = (PVF - PVI)/d$$

PVF= peso vivo final (kg)

PVI= peso vivo inicial (kg)

d= dias de experimento (56)

A estimativa da eficiência alimentar (EA) foi calculada pela fórmula:

$$EA = GPD/CMS$$

GPD= Ganho de peso diário (g/dia)

CMS= Consumo de matéria seca (g/dia)

3.2.6 Características de carcaça

Foram avaliados o rendimento, a conformação morfométrica e qualidade da carcaça.

Após o período experimental, os animais foram encaminhados para o abatedouro. O abate ocorreu seguindo às recomendações da Instrução Normativa N° 3, de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), que regulariza o abate humanitário de animais de açougue. A insensibilização foi realizada por contusão cerebral e, posteriormente ocorreu à sangria por secção da artéria carótida e veia jugular, seguido de esfola e evisceração. Todos os componentes não-carcaça (sangue, pele, cabeça, patas, cauda, órgãos e vísceras) foram pesados individualmente. A bexiga urinária, a vesícula biliar e o trato gastrintestinal (TGI) foram pesados cheios e vazios. Uma vez pesada, a carcaça permaneceu em câmara fria a 4 °C por 24 horas, antes de seguir com as avaliações das características de carcaça, segundo a metodologia de Cezar e Sousa (2007).

Avaliação do rendimento:

- Peso vivo ao abate (PVAJ): Com jejum de sólidos de 16 horas;
- Peso de corpo vazio (PCV): PVA- (Conteúdo TGI+urina+suco biliar);

- Peso de carcaça quente (PCQ): Peso obtido logo após lavada e escorruda;
- Peso de carcaça fria (PCF): Após 24 horas em câmara fria;
- Rendimento de carcaça quente (RCQ): $(PCQ/PVA) \times 100$;
- Rendimento biológico (RB) (PCQ/PCV) $\times 100$;
- Rendimento de carcaça fria (RCF): $(PCF/PVA) \times 100$;
- Perdas por resfriamento (PPR): $(PCQ-PCF)/PCQ \times 100$;

Avaliação da conformação morfométrica:

- Comprimento de carcaça (CC): base do pescoço a base da cauda;
- Comprimento interno da carcaça (CIC): distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela, em seu ponto médio;
- Profundidade de torax (PT): distância máxima entre o externo e o dorso da carcaça, no nível da sexta vértebra torácica;
- Largura da garupa (LG): largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures;
- Largura da perna (LP): medido com auxílio de um compasso, colocadas na face lateral e medial da porção superior da perna;
- Comprimento da perna (CP): medida do bordo anterior do osso do púbis ao ponto médio dos ossos das articulações do tarso;
- Índice de compacidade da carcaça (ICC): PCF/CIC ;
- Índice de compacidade da perna (ICP): LG/CP ;
- Espessura de gordura subcutânea (EGS): tomada na face externa sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^º e 13^º costelas, por um paquímetro;
- Área de olho de lombo (AOL): obtida por exposição do músculo após corte transversal na carcaça, entre a 12^º e 13^º costelas. A área foi calculada pelo programa ImageJ, através da leitura do traçado do contorno do músculo em papel vegetal;
- Proporção dos principais cortes comerciais (perna, lombo, paleta, pescoço e costela), após pesagem;

A avaliação qualitativa da carcaça foi feita por observação das variáveis textura, cor e marmoreio. Foram utilizadas escalas para balizar as avaliações subjetivas.

Escala de textura: MF - muito fina; F - fina; M - média; G - grossa; MG - muito grossa;

Escala de cor: RC - rosa claro; R - rosa; VC - vermelho claro; V - vermelho; VE - vermelho escuro;

Escala de marmoreio: 1- inexistente, 2- pouco, 3- médio, 4- muito, 5 - excessivo.

3.2.7 Análise estatística

O efeito da adição de EPV aos blocos multinutricionais sobre o consumo, desempenho e características de carcaça foi avaliado por um delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições. O comportamento alimentar foi analisado por um esquema fatorial 2x2 com 5 repetições, testando-se também a influência do dia de observação (seco ou chuvoso). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa R.

3.3 Resultados e discussão

O consumo médio de blocos multinutricionais foi de 162 g MS de BPCON/dia, pelos cordeiros do tratamento controle, e de 197 g MS de BMEPV/dia, pelos cordeiros recebendo EPV. Assumindo que o extrato de própolis estava distribuído de forma homógena no bloco, os animais do grupo própolis consumiram 142 mg de flavonoide (Eq Catequina)/dia, aproximadamente.

A oferta do EPV não influenciou o consumo de MS ou nutrientes pelos animais Tabela 3.3. O consumo médio de MS foi de 685,4 g/dia, equivalente a 2,8% do peso vivo e está dentro do esperado para cordeiros de média precocidade, com peso de aproximadamente 20 kg (NRC, 2007). Como os animais se encontravam a pasto, aproximadamente 74% da dieta consumida foi de volumoso, equivalendo a 1,5% do peso vivo em FDN. MERTENS (1994), sugere que ingestão de FDN acima de 1,2% do PV/dia pode limitar o consumo de nutrientes. Contudo, nesse estudo, os cordeiros atingiram o requerimento em proteína (116 g/d) e NDT (390 g/d), para ganhos médios diários de 200g (NRC, 2007). O consumo médio estimado foi de 126 g/dia de proteína e 475 d/dia de NDT.

Tabela 3.3 – Consumo de MS e nutrientes por cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCN) própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento

Variável	BMCN	BMEPV	EPM	Valor de P
CMST (g/dia)	641	729,8	47,97	0,2260
CMSP (g/dia)	479	532,8	47,91	0,4497
CMS % PV	2,79	2,87	0,06	0,1753
CPB (g/dia)	118,46	133,86	18,61	0,1330
CFDN (g/dia)	352,44	396,77	21,13	0,2195
CNDT (g/dia)	444,87	505,40	29,24	0,1433

CMST: consumo de matéria seca total; CMSP: consumo de matéria seca do pasto; CMS % PV: consumo de matéria seca em percentagem do peso vivo; CPB: consumo de proteína bruta; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais. (Fonte: autor)

O comportamento alimentar dos cordeiros também não foi afetado pelo consumo de EPV, contudo, o dia de observação, associado as condições ambientais, chuvoso (7,4 mm; 22,8°C) ou ensolarado (0,5 mm; 22,4°C), influenciou as variáveis estudadas (Tabela 3.4).

Em um período de 12 h (720 min) os cordeiros passaram, em média, 300 min pastejando. Essa média reduziu 18% (245 min), no dia chuvoso e aumentou 18% (354 min.) no dia ensolarado. A incidência de chuva reduziu o tempo de pastejo, diminuindo assim o tempo total de consumo e de mastigação, sem, entretanto, afetar o tempo de ruminação e de consumo de ambos os blocos multinutricionais.

Alta temperatura é o fator ambiental mais citado como inibidor do consumo, porém, os resultados deste estudo indicam que a chuva também pode interferir significativamente no consumo e desempenho animal, apesar da boa disponibilidade de forragem. O NRC (1981) sugere que um evento de chuva temporariamente pode diminuir a ingestão de MS entre 10 a 30% .

Tabela 3.4 – Comportamento alimentar (CA) de cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento

Variável	Bloco Multinutricional		Dia de observação do CA	EPM
	BMCON	BMEPV	Chuvoso (7,4 mm; 22,8 °C)	Ensolarado (0,5 mm; 22,4 °C)
Tempo de pastejo (min.)	285	315,5	246,5b	354a
Tempo de consumo do suplemento (min.)	18	24,5	25	17,5
Tempo de consumo total (min.)	303	340	271,5b	371,5a
Tempo de mastigação (min.)	387,5	449	367,5b	469a
Tempo de ruminação (min.)	102,5	133,5	121	115
Tempo de outras atividades (min.)	314,5	246,5	327,5a	233,5b

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. (Fonte: autor)

Estudos avaliando o impacto da própolis sobre o consumo e comportamento alimentar de ruminantes são recentes e, em sua maioria, não demonstram efeito significativo. É o caso de Paixão et al. (2022), ao fornecerem entre 7 e 28 mL/dia de extrato de própolis vermelha para cordeiros; Silva et al. (2021), que administraram 15 mL de EPV/dia para cordeiros; Silva et al. (2019), que testaram 13 g de própolis marrom bruta e 15 mL do extrato em ovinos e Prado-Calixto et al. (2017), que estudaram o efeito de um aditivo a base de própolis sobre o comportamento alimentar de ovinos confinados.

Mesmo sem modificar o comportamento alimentar ou aumentar o consumo de matéria seca e nutrientes, os cordeiros suplementados com bloco multinutricional contendo extrato de própolis vermelha (BMEPV) apresentaram um maior ganho médio diário ($p=0,032$) e uma

melhor eficiência alimentar ($p=0,011$). O GMD médio subiu de 54,28 g/dia, no grupo consumindo BMCON, para 84,48 g/dia, no grupo suplementado com BMEPV. O GMD está bem abaixo dos 200 g/d esperado, se considerado a estimativa do NRC (2007) para os consumos de MS e nutrientes. Não deve ser negligenciado, contudo, que as características genéticas dos animais utilizados neste estudo diferem da base de dados do NRC, o que pode explicar a baixa eficiência alimentar, principalmente do grupo controle.

Tabela 3.5 – Desempenho de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento

Variável	BMCON	BMEPV	EPM	Valor de P
Ganho médio diário (g/dia)	54,28	84,48	20,21	0,0320
Eficiência alimentar (%)	6,25	11,27	4,02	0,0011

EPM: erro padrão da média. (Fonte: autor)

A melhora no ganho médio diário e eficiência alimentar dos animais recebendo BMEPV pode ser reflexo do efeito da própolis modulando a fermentação ruminal, uma vez que não houve diferença de consumo entre os grupos e os BM eram similares na composição bromatológica 3.2, só diferenciando pela adição de EPV 2.1. O BMEPV também apresentou melhor digestibilidade *in vitro* da matéria seca, outro indicativo da ação do extrato de própolis na modulação da fermentação ruminal, o que pode ter proporcionado mais proteína metabolizável e substratos glicoformadores para os cordeiros utilizarem no crescimento.

Outros autores também observaram efeitos da própolis sobre o ganho de peso diário e eficiência alimentar. Ítavo et al. (2011), encontraram resultados que variaram em função do tipo de própolis consumida. A própolis marrom melhorou a eficiência alimentar de cordeiros, se igualando a monesina, porém animais que receberam própolis verde reduziram a eficiência alimentar. Zawadzki et al. (2011a) conseguiram aumentar o peso final e ganho de peso diário de bovinos da raça Nelore, quando ofertaram um aditivo a base de própolis. Contudo, vários outros estudos (Valero et al., 2015; Valero et al., 2014b; Silva et al., 2019) não evidenciaram efeito da suplementação com própolis sobre o desempenho dos ruminantes.

Diferenças nos resultados podem estar relacionados à dosagem recebida, origem vegetal das própolis estudadas ou concentração em compostos fenólicos. Um aspecto que precisa ser melhor compreendido e dominado, a fim de se obter resultados mais reproduzíveis, é como padronizar as dosagens de própolis, com base nos princípios ativos.

A própolis não afetou as características de carcaça dos animais, com exceção da largura de garupa ($P=0,0435$) e compacidade de perna ($P= 0,0173$). Possivelmente a genética, idade e peso dos animais ao abate contribuíram para que o grupo BMEPV não tenham apresentado diferenças na carcaça, que traduzissem a melhora no ganho de peso e eficiência alimentar. Contudo, outros estudos com própolis também não observaram diferenças significativas nas características de carcaça (Aguiar et al., 2022; Ítavo et al., 2019; Silva et al., 2019; Valero et al., 2015; Aguiar et al., 2012; Zawadzki et al., 2011a).

A média de peso de carcaça quente (PCQ) entre os grupos foi de 10,48 kg, enquanto o peso de carcaça fria (PCF) foi de 10,11 kg. O peso das carcaças ficou acima peso mínimo aceito para cordeiros, 6 kg, conforme a portaria nº 307 de 26 de dezembro de 1990. Contudo, esses valores podem ser considerados baixos, quanto a caracterização de carcaças de boa qualidade, que deve ter PCQ igual ou maior que 14,3 kg e PCF igual ou maior que 13,8 kg, segundo Silva Sobrinho (2001).

Tabela 3.6 – Pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento

Variáveis	BMCON	BMEPV	Valor de P
Peso vivo ao abate (kg)	22,81	23,70	0,6826
Peso de corpo vazio (kg)	18,75	19,92	0,5256
Peso de carcaça quente (kg)	10,05	10,91	0,4431
Peso de carcaça fria (kg)	9,67	10,54	0,4262
Perdas por resfriamento (%)	3,82	3,46	0,7528
Rendimento de carcaça quente (%)	44,11	45,17	0,5537
Rendimento de carcaça fria (%)	43,62	42,44	0,535

Fonte: autor

Os rendimentos médios de carcaça de quente e fria foram, respectivamente, 44,64% e 43,03%, mostrando similaridade com os rendimentos obtidos por Ítavo et al. (2009), quando testando dietas de confinamento contendo própolis verde e marrom. Contudo, esses valores são baixos, se considerados os parâmetros que identificam carcaças de boa qualidade ($RCQ \geq 46\%$ e $RCF \geq 44,5\%$) (Silva Sobrinho, 2001)

As perdas médias por resfriamento (PPR) foram de 3,64%. Segundo Martins, Oliveira e Osorio (2000), a PPR em ovinos está em torno de 2,5%, podendo ocorrer variação entre 1 e 7%, conforme a uniformidade da cobertura de gordura, sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria. A PPR fornece um indicativo de grau de proteção da carcaça, importante para evitar desidratação da parte externa do músculo e o escurecimento da carne que é irreversível. Animais jovens e menos precoces tendem a ter maiores PPR, consequência da menor deposição de gordura, uma vez que o tecido adiposo é o último tecido a se estabelecer no animal (Barros et al., 2015).

A utilização da própolis como aditivo na dieta de cordeiros afetou dois parâmetros morfológicos da carcaça: Largura de garupa ($P= 0,0435$) e compacidade da perna ($P=0,0173$).

Tabela 3.7 – Parâmetros morfológicos da carcaça de cordeiros em pastejo, suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) extrato de própolis vermelha como aditivo promotor do crescimento

Variáveis	BMCON	BMEPV	EPM	Valor de P
Comprimento de perna (cm)	33,00	32,20	0,7773	0,4904
Comprimento interno de carcaça (cm)	61,13	62,60	1,7232	0,5641
Largura de garupa (cm)	20,90b	23,30a	0,6901	0,0435
Área de olho de lombo	11,16	11,41	1,9526	0,9312
Compacidade da perna (%)	0,63b	0,73a	0,0218	0,0173
Compacidade da carcaça (%)	0,15	0,17	0,0087	0,1514
Comprimento de carcaça (cm)	52,75	53,40	1,5624	0,7772
Profundidade do tórax (cm)	23,25	24,24	0,5462	0,2408

Fonte: autor

A largura de garupa foi 10% maior no grupo de animais que recebeu a própolis. Esta variável se correlaciona com compacidade da perna (CCP) e como consequência, a compacidade da perna aumentou em mais de 13%, no grupo que recebeu própolis. Índices de compacidade indicam a quantidade e/ou capacidade do animal de armazenar carne na perna.

A influência da própolis sobre a largura da garupa e compacidade da perna não foi suficiente para trazer diferenças significativas nos cortes comerciais ($P>0,05$), cujos percentuais confirmam a qualidade mediana da carcaça (Tabela 3.8). Os percentuais de carne de primeira (perna e lombo) somaram 41,8%, ficando abaixo do ideal, acima de 50%. De acordo com Menezes et al. (2008), os cortes comerciais são altamente correlacionados com o peso vivo final, que no

presente trabalho foi baixo e não apresentou diferença significativa entre tratamentos.

Tabela 3.8 – Cortes comerciais de cordeiros suplementados com blocos multinutricionais contendo (BMEPV) ou não (BMCON) própolis como aditivo promotor do crescimento

Corte (% da meia carcaça)	BMCON	BMEPV	Valor de P
Perna	30,0	32,2	0,4804
Lombo	11,8	12,3	0,3604
Paleta	18,2	18,6	0,3659
Costela	25,6	26,0	0,6817
Pescoço	14,5	12,9	0,6172

Fonte: autor

O acabamento e a conformação não mostraram diferenças entre os grupos e as carcaças ficaram na faixa de 2 (razoável) para 3 (boa), quanto a conformação, e com escore 2 para o acabamento. Estas variáveis estão relacionadas com a distribuição harmônica da gordura da carcaça e o desenvolvimento da massa muscular (McManus et al., 2010). Fisiologicamente, o percentual de gordura é menor nos machos inteiros, sobretudo quando abatidos antes da maturidade (Cezar; Sousa, 2018).

As variáveis qualitativas de cor, textura e marmoreio da carne não apresentaram diferenças estatística entre os grupos avaliados. Ambos tiveram classificação da cor na escala de rosa (R) para vermelho claro (VC); textura muscular fina (MF) e o marmoreio na faixa de 1 (inexistente) para 2 (pouco). A gordura intramuscular influi de maneira decisiva na palatabilidade, estando relacionada com a maciez, suculência, sabor e odor (flavor) da carne. O principal fator que diferencia a textura e a coloração da carne na carcaça é a idade do animal, o que provavelmente foi o fator determinante nesse estudo, devido à utilização de animais jovens. A coloração normal da carne de cordeiros corresponde a um vermelho claro, sendo mais aceita pelos consumidores (Cezar; Sousa, 2007) .

Segundo Cezar e Sousa (2018), as carcaças de ovinos deslanados são intermediárias

quanto a conformação anatômica, composição regional e composição tecidual, se comparadas as lanadas. Assim espera-se que carcaças ovinas deslanadas sejam mais magras.

Não foi detectada influência do extrato de própolis sobre a espessuras de gordura subcutânea (EGS), o que indica que o período de suplementação não foi suficiente para produção de carcaças bem acabadas. Animais a pasto tendem a apresentar menores EGS, quando comparados aos animais terminados em confinamento, devido ao maior gasto energético na busca por alimento.

3.4 Conclusão

O extrato de própolis vermelha não influenciou o consumo e comportamento alimentar, contudo aumentou o GPD, EA, largura de garupa e compacidade da perna dos cordeiros.

Os resultados obtidos foram baseados em um consumo estimado de 1,9 mL de EPV e 142 mg de flavonoide (Eq Catequina)/dia, presumindo que consumos diários maiores ou a mais longo prazo poderiam alcançar melhores resultados.

Referências

- AGUIAR, S. C. D. et al. Effect of dietary addition of phenolic compounds from propolis on growth performance, carcass traits, and meat fatty acid profile of feedlot beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 4, p. 1653 – 1670, 2022.
- AGUIAR, S. C. de et al. Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against rumen bacteria in vitro. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 29, n. 10, p. 1951 – 1959, 2013.
- AGUIAR, S. C. de et al. Performance, digestibility, microbial production and carcass characteristics of feedlot young bulls fed diets containing propolis. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 4, p. 393 – 400, 2012.
- AGUIAR, S. C. de et al. Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 30, n. 11, p. 2917 – 2926, 2014.
- BARROS, M. C. C. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas de carcaça e características da carne. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 431 – 444, 2015.
- CEZAR, F. M.; SOUSA, H. W. *Carcaças ovinas e caprinas, obtenção – avaliação -tipificação*. 1. ed. Campina Grande: UFCG, 2007. 131 p.
- CEZAR, F. M.; SOUSA, H. W. *Manual de classificação e tipificação de carcaças caprinas e ovinas*. 1. ed. Campina Grande: UFCG, 2018. 94 p.
- CUNHA, M. das G. G. et al. *Blocos Multinutricionais*: Suplemento alimentar para ruminantes no Semiárido. João Pessoa: EMEPA, 2017. 94 p.
- DELMANN, E. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p. 1600 – 1609, 2001.
- DELMANN, E. et al. *Métodos para análise de alimentos-INCT- Ciência Animal*. 1. ed. Visconde de Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.
- EHTESHAM, S. et al. The effects of phenolic compounds in iranian propolis extracts on in vitro rumen fermentation, methane production and microbial population. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v. 8, n. 1, p. 33 – 41, 2018.
- FARIA, L. A. N. et al. Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: Comportamento animal e respostas sanguíneas. *Acta Scientiarum*, v. 33, n. 1, p. 79 – 85, 2011.

ÍTAVO, C. C. et al. Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 2, p. 149 – 158, 2019.

ÍTAVO, C. C. et al. Addition of propolis or monensin in the diet: Behavior and productivity of lambs in feedlot. *Animal Feed Science and Technology*, v. 165, n. 3-4, p. 161 – 166, 5 2011.

ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 5, p. 898 – 905, 2009.

JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass Forage Science*, v. 34, n. 4, p. 273 – 281, 1979.

JOUANY, J. P.; MORGAVI, D. P. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, v. 1, n. 10, p. 1443 – 1466, 2007.

MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J. C. S. *Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal*. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29 p.

MCMANUS, C. et al. *Abate e avaliação de carcaça em ovinos*. Informação Genético Sanitária da Pecuária Brasileira: INCT, 2010. 55 p.

MENEZES, L. F. de O. et al. Características de carcaça, componentes não-carcaça e composição tecidual e química da 12^a costela de cordeiros Santa Inês terminados em pasto com três gramíneas no período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 1286 – 1292, 2008.

MERTENS, D. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. cap. 11, p. 450 – 493.

MORSY, A. S. et al. Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. *Animal Feed Science and Technology*, v. 273, 2021.

NASCIMENTO, R. J. T. et al. Residue of propolis extract in bovine diets with increasing levels of protein on rumen fermentation. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 55, 2020.

NRC. *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Washington: National Academy of Science, 1981. 152 p.

NRC. *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington: National Academy of Science, 2007. 384 p.

PAIXÃO, T. R. et al. Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, n. 6, 2022.

PRADO-CALIXTO, O. P. et al. Comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos em ovinos que receberam dietas contendo aditivos à base de extratos de própolis em pó. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, v. 69, n. 2, p. 381 – 390, 2017.

SILVA, J. A. D. et al. Dietary addition of crude form or ethanol extract of brown propolis as nutritional additive on behaviour, productive performance and carcass traits of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 1, p. 31 – 40, 2019.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). *A produção animal na visão dos brasileiros*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, 2001. p. 425 – 460.

SILVA, Y. A. da et al. Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, n. 5, 2021.

SOLTAN, Y. et al. Propolis as a natural feed additive in ruminant diets; can propolis affect the ruminants performance?: A review. *Egyptian J. Nutrition and Feeds*, v. 19, n. 1, p. 73 – 79, 2016.

SOLTAN, Y. A.; PATRA, A. K. Bee propolis as a natural feed additive: Bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. *Indian Journal of Animal Health*, v. 59, n. 2-Spl, p. 50 – 61, 2020.

VALERO, M. V. et al. Propolis e óleos essenciais na dieta melhoraram o desempenho animal e eficiência alimentar de bovinos não castrados terminados em confinamento. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 36, n. 4, p. 419 – 426, 2014.

VALERO, M. V. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Red Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: Chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle. *Semina: Ciencias Agrarias*, v. 32, n. 4, p. 1617 – 1626, 2011.

VALERO, M. V. et al. Propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: Animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 1067 – 1078, 2015.

ZAWADZKI, F. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 20, p. 16 – 25, 2011.

Considerações Finais

Ao final, gostaria de registrar minhas impressões gerais sobre o trabalho e opinar sobre caminhos futuros.

A revisão sistemática demonstrou que o interesse pela própolis, como moduladora da fermentação ruminal e promotora do crescimento em ruminantes, é relativamente recente. Provavelmente por isso os resultados ainda são controversos, apesar de promissores.

Uma crítica ao nosso experimento de desempenho é que poderíamos ter testado um número maior de animais e por um tempo mais longo. Em muitas variáveis estudadas pode ser observada uma tendência numérica, que provavelmente não foi estatisticamente diferente em função do n baixo.

Um aspecto que precisa ser melhor compreendido e dominado, a fim de se obter resultados mais reproduzíveis, é como padronizar as dosagens de própolis, com base nos princípios ativos.

A utilização de blocos multinutricionais como veículo para o extrato de própolis foi estratégico e solucionou o problema de fornecimento. Contudo, estudos avaliando a homogeneidade de distribuição dos flavonoides pelo bloco melhoraria a segurança da estimativa das quantidades consumidas.

O resíduo da extração de própolis também conseguiu modular a fermentação ruminal e merece mais estudos, principalmente por ser uma alternativa mais barata que o extrato. Mesmo com a vantagem de ser uma substância segura para o consumo humano, será difícil concorrer com a monesina, que tem um custo muito baixo para o produtor.

É necessário também que os técnicos e produtores, os órgãos governamentais de controle e a sociedade se conscientizem da importância de alternativas à monesina, como aditivo modulador da fermentação ruminal e promotor do crescimento em ruminantes. O uso indiscriminado de antibióticos na produção animal pode estar contribuindo para a disseminação de bactérias multirresistentes, o que é preocupante para a saúde humana e para o meio ambiente.

Referências

- AGUIAR, S. C. D. et al. Effect of dietary addition of phenolic compounds from propolis on growth performance, carcass traits, and meat fatty acid profile of feedlot beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 4, p. 1653 – 1670, 2022.
- AGUIAR, S. C. de et al. Effects of phenolic compounds in propolis on digestive and ruminal parameters in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 4, p. 197 – 206, 2014.
- AGUIAR, S. C. de et al. Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against rumen bacteria in vitro. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 29, n. 10, p. 1951 – 1959, 2013.
- AGUIAR, S. C. de et al. Performance, digestibility, microbial production and carcass characteristics of feedlot young bulls fed diets containing propolis. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 4, p. 393 – 400, 2012.
- AGUIAR, S. C. de et al. Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 30, n. 11, p. 2917 – 2926, 2014.
- ALENCAR, S. M. et al. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: Red propolis. *J Ethnopharmacol*, v. 113, n. 2, p. 278 – 283, 2007.
- ARAUJO, C. M. de et al. Gas production and in vitro degradability of sheep diets containing propolis ethanolic extract. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 19, n. 3, p. 277 – 286, 2018.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: A review. *Asian Journal of Animal Sciences*, v. 9, n. 6, p. 254 – 265, 2015.
- BANKOVA, V. Recent trends and important developments in propolis research. *Evid Based Complement Alternat Med*, v. 2, n. 1, p. 29 – 32, 2005.
- BARROS, M. C. C. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas de carcaça e características da carne. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 431 – 444, 2015.
- BRAGOTTO, A. P. A.; SILVA, F. R. N. Ionóforos poliéteres na cadeia produtiva de leite e derivados: uma revisão. In: BRAGOTTO, A. P. A.; SILVA, F. R. N. (Ed.). *Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos*. São Paulo: Editora Científica Digital, 2020. v. 3, p. 267 – 288.
- BURDOCK, G. A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food Chem Toxicol*., v. 36, n. 4, p. 347 – 363, 1998.
- CEZAR, F. M.; SOUSA, H. W. *Carcaças ovinas e caprinas, obtenção – avaliação -tipificação*. 1. ed. Campina Grande: UFCG, 2007. 131 p.
- CEZAR, F. M.; SOUSA, H. W. *Manual de classificação e tipificação de carcaças caprinas e ovinas*. 1. ed. Campina Grande: UFCG, 2018. 94 p.
- CRONJE, P. *Ruminant Physiology*: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. New York: CABI Publishing, 2000. 474 p.

- CUNHA, M. das G. G. et al. *Blocos Multinutricionais*: Suplemento alimentar para ruminantes no Semiárido. João Pessoa: EMEPA, 2017. 94 p.
- DANIELI, B.; SCHOGOR, A. L. B. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão. *Revista de veterinária e zootecnia*, v. 27, 2020.
- DAUGSCH, A. et al. Brazilian red propolis - Chemical composition and botanical origin. *Evid Based Complement Alternat Med.*, v. 5, n. 4, p. 435 – 441, 2008.
- DELMANN, E. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p. 1600 – 1609, 2001.
- DELMANN, E. et al. *Métodos para análise de alimentos-INCT- Ciência Animal*. 1. ed. Visconde de Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.
- DEWHURST, R. J.; NEWBOLD, J. R. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, v. 127, n. 6, p. 199 – 208, 2022.
- EHTESHAM, S. et al. The effects of phenolic compounds in iranian propolis extracts on in vitro rumen fermentation, methane production and microbial population. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v. 8, n. 1, p. 33 – 41, 2018.
- FARIA, L. A. N. et al. Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: Comportamento animal e respostas sanguíneas. *Acta Scientiarum*, v. 33, n. 1, p. 79 – 85, 2011.
- FERNÁNDEZ-CALDERÓN, M. C. et al. Chemical profile and antibacterial activity of a novel Spanish propolis with new polyphenols also found in olive oil and high amounts of flavonoids. *Molecules*, v. 25, n. 15, p. 3318 –, 2020.
- FERREIRA, J. M. et al. New propolis type from northeast Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, n. 11, p. 3552 – 3558, 2017.
- GHISALBERTI, E. Propolis: a review honey-bees. *Bee World*, v. 60, n. 2, p. 59 – 84, 1979.
- GIMENEZ-CASSINA LÓPEZ, B.; SAWAYA, A. C. H. F. A review of the plant origins, composition and biological activity of red propolis. In: GIMENEZ-CASSINA LÓPEZ, B.; SAWAYA, A. C. H. F. (Ed.). *Natural Products: Structure, bioactivity and applications*. New York: Nova Scence publishers, 2012. p. 75 – 89.
- GOMES, M. de F. F. et al. In vitro fermentation characteristics of ruminant diets using ethanol extract of brown propolis as a nutritional additive. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 46, n. 7, p. 599 – 605, 2017.
- HEIMBACH, N. S. et al. Resíduo da extração de própolis marrom na dieta de ruminantes: Digestibilidade e produção de gás in vitro. *Archivos de Zootecnia*, v. 63, n. 242, p. 259 – 267, 2014.
- ÍTAVO, C. C. et al. Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 2, p. 149 – 158, 2019.
- ÍTAVO, C. C. et al. Addition of propolis or monensin in the diet: Behavior and productivity of lambs in feedlot. *Animal Feed Science and Technology*, v. 165, n. 3-4, p. 161 – 166, 5 2011.

- ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 5, p. 898 – 905, 2009.
- ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Green propolis extract as additive in the diet for lambs in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 9, p. 1991 – 1996, 9 2011.
- JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass Forage Science*, v. 34, n. 4, p. 273 – 281, 1979.
- JOUANY, J. P.; MORGAVI, D. P. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, v. 1, n. 10, p. 1443 – 1466, 2007.
- LENG, R. A. Factors affecting the utilization of 'poorquality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*, v. 303, n. 1990, p. – 277, 1990.
- MARCUCCI, M. C. Biological and therapeutic properties of chemical propolis constituents. *Química nova*, v. 19, n. 5, 1996.
- MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, v. 26, n. 2, p. 83 – 99, 1995.
- MARQUES, R. da S.; COOKE, R. F. *Effects of ionophores on ruminal function of beef cattle*. 2021.
- MARTINS, L. F. et al. Effects of phytonutrients and yeast culture supplementation on lactational performance and nutrient use efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, p. 1746 – 1756, 2023.
- MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J. C. S. *Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal*. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29 p.
- MCMANUS, C. et al. *Abate e avaliação de carcaça em ovinos*. Informação Genético Sanitária da Pecuária Brasileira: INCT, 2010. 55 p.
- MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *British Journal of Nutrition*, v. 38, n. 3, p. 437 – 443, 1977.
- MENEZES, G. L. et al. Efeito do uso de óleos essenciais no desempenho de bovinos de corte confinados. *Pubvet*, v. 16, n. 1, p. 1 – 7, 2022.
- MENEZES, L. F. de O. et al. Características de carcaça, componentes não-carcaça e composição tecidual e química da 12^a costela de cordeiros Santa Inês terminados em pasto com três gramíneas no período seco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 1286 – 1292, 2008.
- MERTENS, D. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994. cap. 11, p. 450 – 493.
- MORSY, A. S. et al. Effect of Brazilian red propolis administration on hematological, biochemical variables and parasitic response of Santa Inês ewes during and after flushing period. *Tropical Animal Health and Production*, v. 45, n. 7, p. 1609 – 1618, 2013.

- MORSY, A. S. et al. Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. *Animal Feed Science and Technology*, v. 273, 2021.
- MORSY, A. S. et al. Comparison of the in vitro efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter and mitigating the formation of methane. *Animal Feed Science and Technology*, v. 199, p. 51 – 60, 2015.
- MORSY, A. S. et al. Impact of Brazilian red propolis extract on blood metabolites, milk production, and lamb performance of Santa Inês ewes. v. 48, n. 5, 2016.
- NASCIMENTO, R. J. T. et al. Residue of propolis extract in bovine diets with increasing levels of protein on rumen fermentation. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 55, 2020.
- NRC. *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. Washington: National Academy of Science, 1981. 152 p.
- NRC. *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington: National Academy of Science, 2007. 384 p.
- OEZTUERK, H. et al. Effects of Nisin and Propolis on ruminal fermentation in vitro. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 9, n. 21, p. 2752 – 2758, 2010.
- OH, J. et al. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 7, p. 5974 – 5983, 2017.
- OLDONI, T. L. C. et al. Isolation and analysis of bioactive isoflavonoids and chalcone from a new type of Brazilian propolis. *Separation and Purification Technology*, v. 77, n. 2, p. 208 – 213, 2011.
- OLIVEIRA, J. S. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade in vitro da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, scielo, v. 33, p. 504 – 510, 04 2004.
- OLIVEIRA, J. S. de et al. Efeito da monensina e da própolis sobre a atividade de fermentação de aminoácidos in vitro pelos microrganismos ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p. 275 – 281, 2006.
- OZTURK, H. et al. Effects of propolis on in vitro rumen microbial fermentation. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, v. 57, n. 4, p. 217 – 221, 2010.
- PAGE, M. J. et al. *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. 2021.
- PAIXÃO, T. R. et al. Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. *Tropical Animal Health and Production*, v. 54, n. 6, 2022.
- PARK, Y. K.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 9, p. 2502 – 2506, 2002.
- PAULA, E. M. de et al. Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. *Livestock Science*, v. 185, p. 136 – 141, 2016.

- PERNA JUNIOR, F. et al. Effect of tannins-rich extract from *Acacia mearnsii* or monensin as feed additives on ruminal fermentation efficiency in cattle. *Livestock Science*, v. 203, p. 21 – 29, 2017.
- PERRY, T. W. Feeds and Feed Additives, Ruminant Feeds. In: PERRY, T. W. (Ed.). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: Wiley online library, 2002.
- PONTES, M. L. C. de et al. Chemical characterization and pharmacological action of Brazilian red propolis. *Acta Brasiliensis*, v. 2, n. 1, p. 34 – 39, 2018.
- PRADO-CALIXTO, O. P. et al. Comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos em ovinos que receberam dietas contendo aditivos à base de extratos de própolis em pó. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, v. 69, n. 2, p. 381 – 390, 2017.
- PRADO, O. P. P. do et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas à base de forragem com adição de própolis e monensina sódica para bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 6, p. 1336 – 1345, 2010a.
- PRADO, O. P. P. do et al. Efeito da adição de própolis e monensina sódica na digestibilidade e características ruminais em bubalinos alimentados com dieta à base de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 9, p. 2055 – 2065, 2010b.
- PRZYBYŁEK, I.; KARPIŃSKI, T. M. Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, v. 24, n. 11, p. 1 – 17, 2019.
- PUSCEDDU, M. et al. Honeybees use propolis as a natural pesticide against their major ectoparasite. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 288, n. 1965, 2021.
- RÍSPOLI, T. B. et al. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 1, p. 92 – 97, 2009.
- RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. *Journal of Animal Science*, n. 64, p. 1519 – 1525, 1987.
- RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of animal science*, v. 70, n. 11, p. 3551 – 3561, 1992.
- RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1 – 6, 1989.
- SANTOS, L. M. et al. Propolis: types, composition, biological activities, and veterinary product patent prospecting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 100, n. 4, p. 1369 – 1382, 2020.
- SANTOS, N. W. et al. Brazilian propolis extract used as an additive to decrease methane emissions from the rumen microbial population in vitro. *Tropical Animal Health and Production*, v. 48, n. 5, 2016.
- SILVA, B. B. et al. Chemical composition and botanical origin of red propolis, a new type of Brazilian propolis. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, v. 5, n. 3, p. 313 – 316, 2008.

- SILVA, F. G. B. da et al. Propolis extract and sodium monensin on ruminal fermentation and hematological parameters in sheep. *Acta Scientiarum*, v. 37, n. 3, p. 273 – 280, 2015.
- SILVA, J. A. D. et al. Dietary addition of crude form or ethanol extract of brown propolis as nutritional additive on behaviour, productive performance and carcass traits of lambs in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 28, n. 1, p. 31 – 40, 2019.
- SILVA, J. A. da et al. Effects of dietary brown propolis on nutrient intake and digestibility in feedlot lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 7, p. 776 – 381, 2014.
- SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). *A produção animal na visão dos brasileiros*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, 2001. p. 425 – 460.
- SILVA, Y. A. da et al. Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, n. 5, 2021.
- SIMONE-FINSTROM, M. et al. Propolis counteracts some threats to honey bee health. *Insects*, v. 8, n. 2, p. 1 – 20, 2017.
- SIMONE-FINSTROM, M.; SPIVAK, M. Propolis and bee health: The natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie*, v. 41, n. 3, p. 295 – 311, 2010.
- SIMONE-FINSTROM, M. D.; SPIVAK, M. Increased Resin Collection after Parasite Challenge: A Case of Self-Medication in Honey Bees? *PLoS ONE*, v. 7, n. 3, 2012.
- SIROHI, S. Utilization of Saponins, a Plant Secondary Metabolite in Enteric Methane Mitigation and Rumen Modulation. *Annual Research & Review in Biology*, v. 4, n. 1, p. 1 – 19, 2014.
- SMITH, J. B.; AUSTIC, R. E. Activating the NaK pump with monensin increases aminoisobutyric acid uptake by mouse fibroblasts. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 93, n. 2, p. 392 – 398, 1980.
- SOLTAN, Y. et al. Propolis as a natural feed additive in ruminant diets; can propolis affect the ruminants performance?: A review. *Egyptian J. Nutrition and Feeds*, v. 19, n. 1, p. 73 – 79, 2016.
- SOLTAN, Y. A.; PATRA, A. K. Bee propolis as a natural feed additive: Bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. *Indian Journal of Animal Health*, v. 59, n. 2-Spl, p. 50 – 61, 2020.
- STRADIOTTI, D. et al. Effect of the propolis on amino acids deamination and ruminal fermentation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 1086 – 1092, 2004.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 4, p. 1086 – 1092, 2004a.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D. et al. Ação do extrato de própolis sobre a fermentação in vitro de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, p. 1093 – 1099, 2004b.
- TRAN, T. D. et al. Lessons from exploring chemical space and chemical diversity of propolis components. *International Journal of Molecular Science*, v. 21, n. 14, p. 1 – 35, 2020.

VALERO, M. V. et al. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum*, v. 36, n. 4, p. 419 – 426, 2014a.

VALERO, M. V. et al. Propolis e óleos essenciais na dieta melhoraram o desempenho animal e eficiência alimentar de bovinos não castrados terminados em confinamento. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, v. 36, n. 4, p. 419 – 426, 2014b.

VALERO, M. V. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Red Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: Chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle. *Semina: Ciencias Agrarias*, v. 32, n. 4, p. 1617 – 1626, 2011.

VALERO, M. V. et al. Propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: Animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 1067 – 1078, 2015.

WAGH, V. D. Propolis: A wonder bees product and its pharmacological potentials. *Advances in Pharmacological Sciences*, v. 2013, p. 1 – 11, 2013.

WIECZOREK, P. P. et al. Chemical Variability and Pharmacological Potential of Propolis as a Source for the Development of New Pharmaceutical Products. *Molecules*, v. 27, n. 5, p. 1 – 28, 2022.

WONG, A. Unknown Risk on the Farm: Does Agricultural Use of Ionophores Contribute to the Burden of Antimicrobial Resistance? *mSphere*, v. 4, n. 5, 2019.

YOSHIMURA, E. H. et al. 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*, v. 241, 2018.

ZAWADZKI, F. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 20, p. 16 – 25, 2011a.

ZAWADZKI, F. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: Chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1627 – 1636, 2011b.

ŞENEL, E.; DEMİR, E. Bibliometric analysis of apitherapy in complementary medicine literature between 1980 and 2016. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, v. 31, p. 47 – 52, 2018.