

UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL COM ÊNFASE EM
PRODUTOS BIOATIVOS

GILSON ROBERTO MACAGNAN

**ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* NO CONTROLE DA MASTITE EM
BOVINOS**

Umuarama
2026

GILSON ROBERTO MACAGNAN

**ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* NO CONTROLE DA MASTITE EM
BOVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal com área de concentração em Saúde Animal.

Orientação: Dr. Ranulfo Piau Junior.

Umuarama
2026

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Paranaense**

Ficha Catalográfica.

M113o Macagnan, Gilson Roberto.
Óleo essencial de *Gallesia integrifolia* no controle da
mastite em bovinos / Gilson Roberto Macagnan. – Umuarama :
Universidade Paranaense – UNIPAR, 2026.
55 f.

Orientador: Dr. Ranulfo Piau Júnior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Paranaense –
UNIPAR.

1. Glândula mamária. 2. Pau-d’alho. 3. *Staphylococcus*. 4.
Vacas de leite. 5. Tratamento alternativo. I. Universidade
Paranaense – UNIPAR. II. Título.

(21 ed.) CDD: 636.214

Bibliotecária Responsável Regiane Luiza Campaneli CRB 9/2194

O presente trabalho foi realizado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense como requisito para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos – Área de Concentração Saúde Única, sob orientação do Dr. Ranulfo Piau Junior.

ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* NO CONTROLE DA MASTITE EM BOVINOS

Os recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto foram obtidos junto às agências e órgãos de fomento à pesquisa abaixo relacionadas:

1 UNIPAR: Universidade Paranaense;

2 CAPES: Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior.

GILSON ROBERTO MACAGNAN

ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* NO CONTROLE DA MASTITE EM BOVINOS

Trabalho de conclusão do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos aprovado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos pela Universidade Paranaense – UNIPAR, pela seguinte banca examinadora:

Dr. Ranulfo Piau Junior

Doutor em biomedicina – Universidad de León - Espanha
Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR (orientador)

Dra. Zilda Cristiani Gazim

Doutora em Ciências Farmacêuticas - Universidade Estadual de Maringá - UEM
Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR (banca interna)

Dra. Beatriz Cervejeira Bolanho Barros

Doutora em Ciência de Alimentos - Universidade Estadual de Londrina - UEL
Docente da Universidade Estadual de Maringá - UEM (banca externa)

Umuarama, 14 de março de 2026.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte suprema de sabedoria, fortaleza e discernimento, por ter me concedido saúde, perseverança e equilíbrio ao longo desta jornada acadêmica. Sua presença constante foi essencial para que eu superasse os desafios e alcançasse esta significativa conquista.

À minha esposa, Gisele C. Macagnan, e à minha filha, Lara C. Macagnan, expresso minha mais profunda e sincera gratidão pelo amor incondicional, pela compreensão nos momentos de ausência e pelo apoio inabalável durante todo este percurso. Vocês foram meu alicerce, minha inspiração permanente e a principal motivação para que eu mantivesse firme o propósito de concluir esta etapa tão importante de minha vida.

Ao Prof. Dr. Ranulfo Piau Junior, registro meu mais elevado reconhecimento pela orientação segura, pela dedicação constante e pelas valiosas contribuições científicas que enriqueceram substancialmente este trabalho. Seu rigor acadêmico, sua competência e seu compromisso com a excelência foram determinantes para a consolidação desta dissertação.

Ao Dr. Denis Vinicius Bonato e à Dra. Zilda Cristiani Gazim, membros da banca examinadora, manifesto minha sincera gratidão pela disponibilidade, pelas relevantes considerações e pelas contribuições criteriosas apresentadas, que contribuíram significativamente para o aprimoramento e fortalecimento deste estudo.

À UNIPAR – Universidade Paranaense, instituição de ensino que proporcionou a estrutura acadêmica, os recursos técnicos e o ambiente científico necessários ao desenvolvimento desta pesquisa, expresso meu reconhecimento pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro concedido por meio de programa de fomento, fundamental para a viabilização e o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores do programa, em especial Maria Graciela Iecher Faria Nunes, pelos ensinamentos compartilhados e pela significativa contribuição à minha formação acadêmica.

Aos colegas, especialmente a Selma Alves Rodrigues, pelo companheirismo, apoio no laboratório, pelas trocas de conhecimento e pelo incentivo constante ao longo desta trajetória acadêmica.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, registro meus mais sinceros agradecimentos.

“A medicina cura o homem, mas a medicina veterinária cura a humanidade.” (Louis Pasteur).

MACAGNAN, Gilson Roberto. **Óleo essencial de *Gallesia integrifolia* no controle da mastite em bovinos**. Orientador: Ranulfo Piau Junior. 2026. f. 54. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2026.

RESUMO

A mastite bovina, uma das principais doenças do rebanho leiteiro, caracteriza-se por um processo inflamatório da glândula mamaria. O impacto ambiental negativo e os resíduos antimicrobianos estão estimulando a pesquisa de métodos alternativos para a prevenção e tratamento de doenças na bovinocultura leiteira. Os óleos essenciais são produtos bioativos que possuem diversas atividades biológicas, entre elas se destacam principalmente sua ação antimicrobiana, as quais podem servir como solução para o tratamento da mastite subclínica em bovinos. Pesquisas com plantas, com destaque para a *Gallesia integrifolia* indicam seu potencial antioxidante, antitumoral, anti-inflamatório, antimicrobiano e antifúngico da planta. Neste sentido, a pesquisa constituiu em avaliar a composição química e atividades antimicrobianas dos óleos essenciais (OE) de folhas, flores e frutos de *G. integrifolia* *in vitro* frente a bactérias causadoras da mastite em bovinos. Com o objetivo em desenvolver um produto para o tratamento da mastite, foi feita a coleta, extração e análise química por cromatografia dos óleos essenciais de folhas, flores e frutos de *G. integrifolia*. Os óleos foram extraídos pelo processo de hidrodestilação por 3 horas. Para a atividade antimicrobiana foram utilizadas sete bactérias, sendo duas ATCCs - American Type Culture Collection e cinco isolados clínicos de leite mastítico. A atividade antimicrobiana foi realizada pelo método de microdiluição em caldo (MIC), determinando a concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CBM), para realizar testes de resistência e susceptibilidade aos OE de *Gallesia integrifolia*. A análise química dos OEs indicaram que a classe majoritária foram os compostos sulfurados seguido de diterpenos oxigenados com 93,98% e 4 % nas folhas, 95,54 e 3,04% nas flores e 98,06% e ausente (-) nos frutos, respectivamente. Com relação aos compostos majoritários, destacaram-se 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide (40,93%); (46,78%) e (54,01%); nas folhas, flores e frutos, respectivamente. Destaca-se também o 2,3,5-trithiahexane (17,64%) nas Flores, Dimethyl trisulfide (16,22%) nos Frutos e o N-ethyl-1,3-dithioisindole (13,22%) nas folhas. Os resultados encontrados para a ação antimicrobiana revelaram que os OE das Flores, folhas e Frutos de *G. integrifolia* exerceram ação antimicrobiana inibitória contra os sete microrganismos testados, sendo eles, *Proteus* spp., Bacilos gram negativos, dois isolados clínicos de *Staphylococcus* spp, *Klebsiella oxytoca* e duas cepas ATCCs, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* 25922, com CIMs, variando de 20 a 0,625 mg/mL, teve ação

inibitória frente a tres bactérias Gram positivas e quatro bactérias Gram negativas. Não se observou atividade bactericida nos OEs testados. Além disso, esses óleos apresentaram atividade inibitória contra a cepa de *Staphylococcus aureus*, principal agente etiológico da mastite bovina, ressaltando o potencial dos óleos essenciais desta planta no combate a essa importante patologia que acomete bovinos leiteiros.

Palavras-chave: Glândula mamária. Pau-d'alho. *Staphylococcus*. Vacas de leite. Tratamento alternativo.

MACAGNAN, Gilson Roberto. *Gallesia integrifolia* **essential oil in the control of mastitis in cattle**. Advisor: Ranulfo Piau Junior. 2026. f. 54. Dissertation (Master's Degree in Animal Science with Emphasis on Bioactive Products) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2026.

ABSTRACT

Bovine mastitis, one of the main diseases in dairy herds, is characterized by an inflammatory process in the udder. The negative environmental impact and antimicrobial residues are stimulating research into alternative methods for the prevention and treatment of diseases in dairy cattle farming. Essential oils are bioactive products that possess diverse biological activities, among which their antimicrobial action stands out, which can serve as a solution for the treatment of subclinical mastitis in cattle. Research with plants, especially *Gallesia integrifolia*, indicates antioxidant, antitumor, anti-inflammatory, antimicrobial, and antifungal potential, aligning with the proposal of this research, which consisted of evaluating the chemical composition and antimicrobial activities of essential oils (EOs) from leaves, flowers, and fruits of *Gallesia integrifolia* in vitro against bacteria that cause mastitis in cattle, with the focus on developing a product for the treatment of mastitis. The collection, extraction, and chemical analysis of the major compounds in the essential oils of leaves, flowers, and fruits of **Gallesia integrifolia** were performed to evaluate the essential oils. The oils were extracted by hydrodistillation for 3 hours. For the antimicrobial activity, seven bacteria were used: two ATCCs (American Type Culture Collection) and five clinical isolates from mastitic milk. The antimicrobial activity was determined by the broth microdilution (MIC) method, determining the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) to perform resistance and susceptibility tests to the essential oils of **Gallesia integrifolia**. The chemical analysis of the essential oils indicated that the major class was sulfur compounds, followed by oxygenated diterpenes with 93.98% and 4% in leaves, 95.54% and 3.04% in flowers, and 98.06% and absent (-) in the fruits, respectively. Regarding the major compounds, 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide (40.90%); Methionine, ethyl ester (46.78%); and 2,8-dithianonane (54.01%) stood out in the leaves, flowers, and fruits, respectively. Also noteworthy are 1,3,5-trithiane and N-ethyl-1,3-dithioisoindole (14.25 and 13.03%) in the leaves, Methyl p-tolyl sulfide and N-ethyl-1,3-dithioisoindole (17.64 and 13.24%) in the flowers, and Dimethyl trisulfide and Lenthionine (16.22 and 14.87%) in the fruits. The results obtained for the antimicrobial action revealed that the essential oils from the flowers, leaves, and fruits of *Gallesia integrifolia* exerted inhibitory antimicrobial action against the seven microorganisms tested: *Proteus* spp., Gram-negative bacilli, two clinical isolates of *Staphylococcus* spp., *Klebsiella oxytoca*, and two ATCC strains, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* 25922, with MICs ranging from 20 to 0.625 mg/mL. It showed inhibitory action against three Gram-positive bacteria and four Gram-negative bacteria. No bactericidal activity was observed in the tested essential oils. It is concluded that the essential

oils extracted from the leaves, flowers, and fruits of the species *Gallesia integrifolia* demonstrated inhibitory capacity against the seven bacteria tested. Furthermore, these oils showed inhibitory activity against the *Staphylococcus aureus* strain, the main etiological agent of bovine mastitis, highlighting the potential of the essential oils of this plant in combating this important pathology that affects dairy cattle.

Keywords: Mammary gland. Garlic tree. Staphylococcus. Dairy cows. Alternative treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1 - Óleo essencial de *Gallesia integrifolia* no controle da mastite em bovinos.

Figura 1 – Exemplar da espécie *Gallesia integrifolia*.....23

Figura 2 – Distribuição Geográfica de *Gallesia integrifolia*.....23

LISTA DE TABELAS

Artigo 1 - Óleo essencial de *Gallesia integrifolia* no controle da mastite em bovinos.

Tabela 1 – Amostras utilizadas para avaliação de atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Gallesia integrifolia*.....35

Tabela 2 – Composição química dos OE das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia*.....37

Tabela 3 – Atividade antimicrobiana dos OE de diferentes partes de *Gallesia integrifolia*.....39

LISTA DE SIGLAS

ATCC	“American Type Culture Collection”
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBM	Concentração Bactericida Mínima
CIM	Concentração Inibitória Mínima
DEGPP	Diretoria Executiva de Gestão da Pesquisa e Pós-Graduação
OE	Óleo essencial
RAM	Resistência Antimicrobiana
UNIPAR	Universidade Paranaense

SUMÁRIO

	CAPITULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1	Introdução.....	17
1.2	Revisão da Literatura	18
1.3	Referências.....	24
1.4	Objetivo.....	28
	CAPITULO 2 – ARTIGO	29
2.1	ARTIGO 1 - Óleo essencial de <i>Gallesia integrifolia</i> no controle da mastite em bovinos.....	30
	RESUMO.....	31
	ABSTRACT.....	32
	Introdução.....	33
	Material e Métodos	34
	Resultados e Discussão	36
	Conclusão	41
	Referências.....	41
3	ANEXOS	47
	ANEXO 1 - Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.....	47

CAPÍTULO 1

REVISÃO DA LITERATURA

ATIVIDADES ANTIBACTERIANAS DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* E SEU POTENCIAL NO CONTROLE DA MASTITE BOVINA

O capítulo 1 foi editado de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

ATIVIDADES ANTIBACTERIANAS DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Gallesia integrifolia* E SEU POTENCIAL NO CONTROLE DA MASTITE BOVINA

1.1 Introdução

A cadeia produtiva do leite é considerada uma das mais relevantes dentro do sistema agroindustrial brasileiro, colocando nosso país como o 3º maior produtor do mundo, com mais de 34 bilhões de litros anuais. Estando entre os produtos de maior importância para o agronegócio nacional, presente em praticamente todos os municípios brasileiros. A produção de leite envolve mais de um milhão de propriedades rurais e gerando mais de 4 milhões de empregos diretos ou indiretos (Brasil, 2019). O estado do Paraná destacou-se, em 2019, pela expressiva produção de 4.472.406 bilhões de litros de leite.

Entretanto, determinadas enfermidades, como a mastite, podem acarretar prejuízos relevantes à produção e, por consequência, elevar os custos da atividade leiteira. A mastite bovina caracteriza-se como uma afecção inflamatória da glândula mamária, podendo apresentar origem fisiológica, traumática, alérgica, metabólica e/ou infecciosa (Scatamburlo; Werle, 2025). Estima-se que as perdas no rebanho possam atingir até 70% em decorrência da redução da produção nos quartos mamários acometidos por mastite subclínica (Massote *et al.*, 2019). A ocorrência de mastite envolve três fatores: o ambiente, a resistência do animal e o agente patogênico. Esses três fatores terão influência direta na ocorrência e na forma de manifestação da doença, podendo ser divididas em mastite contagiosa, que o microrganismo sobrevive dentro do hospedeiro, e na maioria das vezes manifesta infecções subclínica e mastite ambiental, que são descritos como invasores oportunistas, o qual não está adaptado para a sobrevivência no hospedeiro, desencadeando infecções clínicas (Kurosawa *et al.*, 2020).

O uso de medicamentos antimicrobianos ainda é a principal estratégia para tratamento da mastite (Alves; Moreira, 2021). Diversas estratégias alternativas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de substituir os antibióticos no controle e na prevenção da mastite (El-Sayed e Kamel, 2021). A prospecção de produtos naturais com atividade antimicrobiana eficaz contra patógenos resistentes, capazes de reduzir a duração dos tratamentos e seus efeitos tóxicos, ou ainda de potencializar, quando associados, a ação dos antimicrobianos convencionalmente empregados na prática clínica, apresenta-se como uma alternativa promissora para o controle da mastite. Nesse contexto, as espécies vegetais constituem uma fonte relevante na busca por novos agentes terapêuticos potenciais (Resende, 2020). Os óleos essenciais e os extratos derivados dessas espécies têm apresentado potencial como alternativas terapêuticas, sobretudo

diante do aumento da resistência bacteriana aos antimicrobianos convencionais (Manieri, 2025).

Os compostos sulfurados isolados dessa espécie têm sido descritos como portadores de diversas atividades biológicas, dentre as quais se destacam os efeitos antioxidante, antimicrobiano e citotóxico sobre determinadas células cancerígenas (De Vasconcelos, 2025). Além disso, devido a complexidade de sua composição química, pode contribuir para reduzir o risco de desenvolvimento de resistência antimicrobiana e minimizar a presença de resíduos químicos nos produtos de origem animal (Foutz *et al.*, 2018).

Assim, este estudo tem como objetivo explorar as propriedades do óleo essencial de *G. integrifolia* e seu potencial uso no manejo da mastite bovina, oferecendo uma abordagem mais sustentável e eficaz no tratamento dessa condição prevalente na pecuária leiteira.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Mastite bovina

A mastite está entre as enfermidades de maior impacto econômico para a pecuária leiteira, com prejuízos estimados em R\$ 6 bilhões anuais (Agrolink e Assessoria, 2023). As mastites são inflamações da glândula mamária resultante do efeito da resposta da mesma a agentes externos e internos, e são caracterizadas por alteração do leite (aquoso, flóculos, pus ou sanguinolento), acompanhada ou não por inflamação do quarto afetado e/ou quebra de produção (Da Silva; Harten; Roque, 2018).

A maioria dos programas voltados à obtenção de leite de melhor qualidade baseia-se na adoção de práticas higiênicas simples e na aplicação de tratamentos antimicrobianos para o controle e a cura da mastite. Como forma de mensurar a eficácia dessas ações, utilizam-se a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT), que também servem como indicadores para estabelecer pagamentos diferenciados aos produtores (Lima *et al.* 2020).

Dependendo do microrganismo causador desta enfermidade, esta pode ser categorizada epidemiologicamente em mastite contagiosa ou ambiental. Na mastite contagiosa, os microrganismos patogênicos têm como principal reservatório as glândulas mamárias de vacas infectadas (Almeida, 2019). A mastite contagiosa manifesta-se quando, durante o processo de ordenha, tetos não infectados são contaminados por bactérias provenientes de tetos acometidos em outras vacas. Essa disseminação ocorre, sobretudo, pelas mãos dos ordenhadores, pelos aparelhos de ordenha e por outros utensílios utilizados em comum entre os animais (Amato, 2023).

A mastite ambiental é causada por microrganismos oportunistas que estão presentes no ambiente de ordenha ou curral, na água contaminada, no chão, fezes e em materiais orgânicos usados como a cama dos animais (Massote *et al.*, 2019). Nesses casos, há predominância de quadros clínicos, caracterizados por evolução rápida e curta duração. Como são agentes presentes no ambiente, sua erradicação é complexa, pois os animais permanecem continuamente em contato com esses microrganismos (Ribeiro; Caliman; Gasparotto, 2023).

O *Staphylococcus Aureus* é amplamente reconhecido como um dos mais relevantes microrganismos associados à mastite bovina em rebanhos leiteiros, estando frequentemente ligado a infecções intramamárias de caráter clínico e subclínico, as quais comprometem diretamente a produtividade do leite (Shahzad *et al.*, 2024). Essa condição, não só compromete o rendimento produtivo do rebanho, mas também acarreta perdas econômicas devido à queda na produção e à necessidade de tratamento das vacas. Além disso, destaca-se que *S. aureus* possui capacidade de persistir na pele, no tecido nasal dos animais, bem como em superfícies do ambiente de ordenha, favorecendo sua dispersão (Shahzad *et al.*, 2024).

Porém existem outros agentes etiológicos associados a causa da mastite, como uma variedade de bactérias gram-positivas e gram-negativas, podendo ser contagiosos (*Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma* spp.) ou ambientais (*Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* coagulase-negativo, *Streptococcus uberis*) (Cheng ; Han, 2020).

A importância da ocorrência de microrganismos potencialmente patogênicos e com perfil de resistência foi evidenciada no isolamento de agentes causadores de mastite, entre os quais se destacaram *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., *Escherichia coli*, *Yersinia* spp. e *Klebsiella* spp. Dentre esses microrganismos, *Staphylococcus* spp. apresentou a maior frequência (58,97%), além de demonstrar predominância de resistência à penicilina em 47,82% das cepas avaliadas (Zimmermann; Araujo, 2017). A mastite causada por agentes patogênicos como *Klebsiella* spp. é considerada de elevada gravidade, em razão da resistência do microrganismo aos antibióticos e de sua rápida progressão para choque tóxico e morte do animal (Campos, 2023). De forma semelhante, Dorneles *et al.* (2019) também relataram elevados índices de resistência à penicilina, observando 78,9% de resistência em isolados de *Staphylococcus aureus* e 100% em amostras de *Staphylococcus* coagulase-negativo.

1.2.2 Resistência bacteriana

O tratamento e a prevenção da mastite incluem principalmente o uso de antibióticos e o manejo adequado dos animais para prevenir a propagação da doença aos animais saudáveis (Procópio *et al.*, 2019). Porém, o uso indiscriminado de antibióticos se tornou um sério problema do ponto de vista clínico e de saúde pública devido aos resíduos gerados quando não se é respeitado o período de carência, e a resistência que pode ser ocasionada pelo uso incorreto (Cades *et al.*, 2017). De acordo com Caetano *et al.* (2025) a resistência antimicrobiana em mastite bovina é complexa e multifatorial sendo influenciada por características regionais específicas. Outro problema ocasionado pelo uso desses medicamentos em bovinos, é que o leite obtido durante o período de tratamento da mastite deve ser descartado, pois pode conter resíduos de antimicrobianos. (Beloni *et al.*, 2021).

Estudos recentes destacam a importância de realizar diagnósticos mais precisos para o controle eficaz de mastite, incluindo técnicas moleculares avançadas que permitindo a identificação rápida de patógenos e seus perfis de resistência (Algharib *et al.*, 2024). A identificação do agente etiológico pode ser realizada por meio do exame microbiológico conduzido na própria fazenda, também denominado cultura na fazenda, ou pelo isolamento microbiológico em laboratório, a partir de amostras de leite de vacas em lactação (Damasceno, 2022). A principal estratégia para o tratamento da mastite é o uso de antibióticos, como penicilina, ampicilina, tetraciclina, gentamicina, etc., que podem ser administrados por infusão intramamária, injeção intramuscular ou intravenosa (Hossain *et al.*, 2017). Porém, na última década, tem sido relatado a resistência a alguns antimicrobianos como penicilina, amoxicilina, tetraciclina, amicacina, entamicina ou eritromicina (Morales-Ubaldo *et al.*, 2023).

Por esse motivo, a busca por tratamentos alternativos tornou-se necessária. Uma ampla variedade de produtos naturais derivados de plantas, animais e bactérias está sendo investigada e demonstrou potencial no controle da mastite bovina (Cheng; Han, 2020).

1.2.3 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OEs) são caracterizados, de acordo com a norma ISO 9235 da *International Organization for Standardization* (ISO), como produtos derivados de matérias-primas naturais de origem vegetal, obtidos por destilação por arraste a vapor, por procedimentos mecânicos aplicados ao epicarpo de frutos cítricos ou por destilação a seco, seguidos da separação da fase aquosa, quando presente, por métodos físicos (Bizzo, 2022). Cada material vegetal, assim como os diferentes constituintes de um mesmo espécime, apresentam uma composição química complexa, além das variações de concentrações (Carvalho, 2023). Ainda,

é fundamental atentar-se aos métodos de extração, os quais influenciam diretamente na composição final dos óleos essenciais e a função a qual poderiam vir a desempenhar (Stratakos; Koidis, 2016).

Os OE, são constituídos principalmente de substâncias oriundas do metabolismo secundário das plantas, compostos que, embora não sejam diretamente essenciais para processos vitais como fotossíntese ou crescimento, conferem propriedades biológicas adaptativas ao vegetal (Al-Khayri *et al.*, 2023). Dessa forma, desperta grande interesse científico e tecnológico devido às suas propriedades biológicas e ao seu potencial de aplicação em diferentes áreas.

Nos últimos dez anos, a busca por terapias alternativas, no tratamento da mastite, vem ganhando força e estudos vêm sendo feitos para comprovar sua eficácia. (Silva *et al.*, 2019). O interesse em descobrir novas substâncias faz com que cientistas de diversas áreas busquem espécies vegetais na flora brasileira com propriedades medicinais utilizadas pela população (Santos; Torres, 2012).

Em complemento, de acordo com Freitas e Oliveira (2020), a composição dos óleos essenciais extraídos confere diversas ações biológicas, como antioxidante, antisséptica, bactericida, viricida e fungicida. Logo, os OE têm mostrado ação efetiva em estudos farmacológicos, pela grande aplicação biológica, principalmente como agentes antimicrobianos, antifúngicos e antiparasitários (Sarto; Junior, 2014)

1.2.4 Atividades antibacterianas dos OEs.

Os OEs são reconhecidos há muito tempo por apresentarem metabólitos com propriedades terapêuticas, como a ação antibacteriana, antifúngica, antiviral, inseticida e antioxidante (Bassolé; Juliani, 2012). Por se tratarem de compostos de origem natural, apresentam-se como fortes candidatos aos antimicrobianos convencionais, uma vez que se destaca seu baixo custo, menor toxicidade, acessibilidade, e funcionalidade no auxílio do controle do fenômeno da crescente disseminação de cepas de microrganismos resistentes (Oliveira *et al.*, 2022).

Dessa forma, pesquisas envolvendo a atividade antimicrobiana de óleos essenciais tem sido realizadas como possíveis alternativas terapêuticas (Bomfim; Queiroz; Santos, 2023). Também, de acordo com Garzoli *et al.* (2021) os estudos sobre as atividades antioxidantes e antimicrobianas de produtos naturais são de considerável interesse devido à importância de identificar e caracterizar novas moléculas bioativas para aplicações em diferentes áreas, como

conservação e embalagem de alimentos, fenômenos de resistência a antibióticos e doenças de plantas.

Acredita-se que a ação antibacteriana observada por determinadas substâncias presentes nos OE se deve às interações ocorridas com os envoltórios celulares bacterianos, de modo a promover alteração da permeabilidade celular (Kashiap, 2024). Um estudo acerca das propriedades do óleo essencial das folhas de *Forsythia koreana*, frente a bactérias patogênicas realizado por Yang, Khan e Kang (2015) evidenciou que os componentes presentes atuaram diretamente na membrana citoplasmática, resultando em perda de integridade e aumento da permeabilidade.

Em complemento, Angane *et al.*, (2022) ao analisarem diferentes estudos sobre a efetividade dos óleos essenciais, observaram uma tendência de maior efetividade antibacteriana frente a bactérias Gram-positivas quando comparadas às Gram-negativas. Segundo os autores, tal comportamento foi atribuído, principalmente em decorrência das diferenças estruturais existentes entre bactérias Gram-negativas e Gram-positivas. com base em diferenças na composição e na organização da parede celular (Gaub, 2023).

Além dos fatores estruturais, a eficácia antimicrobiana dos OE também está relacionada à sua complexa composição química. Estudos demonstram que, apesar de determinados constituintes dos essenciais demonstrarem maior ação antibacteriana de modo isolado, o efeito sinérgico entre os constituintes ou mesmo *blend* de diferentes óleos pode vir a potencializar esta ação (Abu-Hussien *et al.*, 2025).

1.2.5 *Gallesia integrifolia*

Popularmente conhecida como Pau d'alho, a planta *Gallesia integrifolia*, membro da família Phytolaccaceae, gênero *Gallesia*, é uma espécie nativa de ocorrência em diversos estados do Brasil (Forzza *et al.*, 2010). Considerada de porte grande, a planta pode alcançar cerca de 15 a 30 metros de altura, apresentando folhas de formato oval e lisas, pequenas inflorescências de coloração branca em panículas e frutos do tipo sâmara, característica que otimizar sua dispersão (Sato *et al.*, 2004).

A planta *Gallesia integrifolia* (Spreng) Harms (Figura 1), é uma árvore nativa, pertence à família phytolaccaceae, e é conhecida popularmente como Pau d'alho, Cebolão e pau-fedorento, devido ao seu forte odor de alho, que se dá pela presença de compostos sulfurados nos óleos essenciais (Akisue *et al.*, 1986). Dado que é nativa do Brasil, Bolívia, Equador e Peru conforme descrição na Figura 2 (POWO, 2026).



Figura A.



Figura B.

Fonte: Plants of the World Online, Royal Botanic Gardens, Kew. 2025. Licensed under Creative Commons Attribution CC BY).

Figura A. Folhas da *Gallesia integrifolia*

Figura B: Distribuição Geográfica de *Gallesia integrifolia*.

A espécie *G. integrifolia*, possui uso reconhecido na medicina tradicional, a partir de suas folhas e cascas são feitos chás e infusos utilizados nos tratamentos de afecções como hemorragias, febre, tosse, infecções de garganta, diarreia, reumatismo, dentre outras (Bourdy *et al.*, 2000; Carneiro *et al.*, 2014; Munoz *et al.*, 2000).

Quanto à composição química das diferentes partes da planta, Silva *et al.* (2023) apontam prevalência de compostos organossulfurados, destacando a presença de moléculas contendo enxofre nos óleos essenciais extraídos de flores, folhas e frutos de *Gallesia integrifolia*, o que pode estar relacionado às atividades biológicas demonstradas pela planta.

Além disso, outros compostos já foram identificados na espécie. Akisue *et al.*, (1986) relatam a presença de substâncias pertencentes às classes dos triterpenos, porfirinas, diterpenos, álcoois ramificados, fenóis e cetonas aromáticas.

Dessa forma, o óleo essencial extraído de *Gallesia integrifolia* tem sido investigado, uma vez que estudos revelam grande variedade de atividades biológicas de interesse. Em estudos *in vitro*, o óleo essencial da planta demonstrou atividade antimicrobiana relevante contra *Mycobacterium tuberculosis* e micobactérias não tuberculosas, apresentando ainda sinergismo com fármacos antituberculose usados convencionalmente (Montaholi *et al.*, 2023).

Além disso, segundo Bortolucci *et al.*, (2022) as propriedades anti-inflamatórias e citotóxicas contra células tumorais do óleo essencial de frutos, amplifica o interesse farmacológico na planta. Logo, a investigação das propriedades farmacológicas do óleo

essencial das partes de *Gallesia integrifolia* torna-se pertinente a fim de ampliar os conhecimentos acerca de suas propriedades biológicas. Compostos sulfurados isolados encontrados nessa espécie, contém diversas atividades biológicas, como propriedades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica certas células cancerígenas (Silva e Martins, 2025).

Diante do exposto espera-se obter um resultado satisfatório perante os estudos abordados, onde possamos de fato, ter um agente promissor para outras pesquisas, ou até mesmo desenvolver um produto natural para o mercado veterinário.

1.3 Referências

ABU-HUSSIEN, S. H *et al.* Synergistic antimicrobial activity of essential oils mixture of *Moringa oleifera*, *Cinnamomum verum* and *Nigella sativa* against *Staphylococcus aureus* using L-optimal mixture design. **AMB Express**, v.15, n.1, 2025.

ACOSTA, A. C *et al.* Mastites em ruminantes no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 07, 2016.

AGROLINK & ASSESSORIA. Prejuízo com mastite chega a R\$ 6 bilhões na produção leiteira do Brasil. **Agrolink**, 27 fev. 2023. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/prejuizo-com-mastite-chega-a-r--6-bilhoes-na-producao-leiteira-do-brasil_476714.html. Acesso em: 22 mar. 2026.

AKISUE, M. K.; AKISUE, G.; OLIVEIRA, F. Caracterização farmacognóstica de pau d'alho: *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 1, n. 2, 1986.

AL-KHAYRI, J. M *et al.* Plant secondary metabolites: the weapons for biotic stress management. **Metabolites**, v. 13, n. 6, 2023.

ALMEIDA, A. R. C. **Atividade antimicrobiana do ácido rosmarínico e extratos de plantas no combate à mastite bovina**. 2019. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)- Universidade de Minho, Portugal, 2019.

ALVES, T.; MOREIRA, M. A. S. **Mastite Bovina: Tratamento Convencional e Ação de Compostos Extraídos de Plantas**. **UNICIÊNCIAS**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 20–25, 2021. DOI: 10.17921/1415-5141.2021v25n1p20-25. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9116>. Acesso em: 21 mar. 2026.

AMATO, B. P. **Sensibilidade antimicrobiana de patógenos causadores de mastite em vacas na região Centro-Oeste Paulista**. 2023. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

ANGANE, M *et al.* Essential oils and their major components: an updated review on antimicrobial activities, mechanism of action and their potential application in the food industry. **Foods**, v. 11, n. 3, 2022.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BASSOLÉ, I. H. N.; JULIANI, H. R. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. **Molecules**, v. 17, n. 4, 2012.

BELONI, Mikaela Vieira; DA SILVA, M. Aparecida; OLIVEIRA, L. Atividade antibacteriana dos óleos essenciais frente a agentes causadores da mastite bovina. **Tópicos Especiais Em Ciência Animal IX**, p. 262, 2020.

BELONI, M. V *et al.* Resistência antimicrobiana em *Staphylococcus aureus* isoladas de mastite bovina em rebanhos brasileiros: uma revisão dos desafios no contexto da saúde única. In: RESENDE, J. A.; et al. **Tópicos Especiais em Ciência Animal X**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, p. 198-216, 2021.

BIZZO, Humberto R.; REZENDE, Claudia M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, p. 949-958, 2022.

BOMFIM, Y. G.; QUEIROZ, B. S.; SANTOS, M. S. Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de *Mentha piperita* e *Citrus limon* contra cepas patogênicas. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 10, 2023.

BORTOLUCCI, W. C *et al.* Cytotoxicity and anti-inflammatory activities of *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae) fruit essential oil. **Natural product research**, v.36, n. 11, 2022.

BOURDY, G *et al.* Medicinal plants uses of the Tacana, an Amazonian Bolivian ethnic group. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 70, n. 2, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2019.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International journal of food microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CADES, M. et al. Perfil de resistência antimicrobiana de mastite bovina em propriedade leiteira no município de Monte Negro/RO. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 6, n. 1, 2017.

CAETANO, A. G. C *et al.* Distribuição geográfica da resistência antimicrobiana em mastite bovina: análise de dados globais. **Asclepius International Journal of Scientific Health Science**, v. 4, n. 7, 2025.

CAMPOS, João Victor Ferreira et al. Aspectos relacionados com a etiologia da mastite bovina: uma revisão de literatura: Uma revisão de literatura. **Conexão Ciência (Online)**, v. 18, n. 3, p. 71-88, 2023.

CARNEIRO, F. M *et al.* Tendências dos estudos com plantas medicinais. **Revista Sapiência: Sociedade saberes práticas educacionais**. v. 3, n. 2, 2014.

CARVALHO, Z. S. Potencial fitoquímico dos óleos essenciais: exploração e aplicações. **Boletim Científico Agrônomo do CCAAB/UFRB**, v. 1, n. e2254, 2023.

CHENG, W. N; HAN, S.G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments - **A review**. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 33, n. 11, 2020.

COSTA, G. M. da et al. Resistência a antimicrobianos em *Staphylococcus aureus* isolados de mastite em bovinos leiteiros de Minas Gerais, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, p. 297-302, 2013.

DA SILVA, J. C.; VAN HARTEN, S.; ROQUE, E. Considerações Sobre Mastites Bovinas. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joao-Da-Silva-6/publication/323837802_CONSIDERACOES_SOBRE_MASTITES_BOVINAS/links/5aae9e55a6fdcc1bc0bc722e/CONSIDERACOES-SOBRE-MASTITES-BOVINAS.pdf. Acesso em: 20 fev. 2026.

DAMASCENO, M. D. et al. Dinâmica e padrão de infecção dos casos de mastite subclínica e clínica em rebanho bovino mantido em Compost Barn, 2020 a 2022. em: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE PIBIC/CNPq, 26, 2022, Juiz de Fora. Anais [...]. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2022. p. 44-48, 2022.

DE VASCONCELOS SILVA, Ilmara Pereira; DE OLIVEIRA MARTINS, Domingos Tabajara. Atividade antifúngica, seletividade e estabilidade do óleo essencial da entrecasca do

caule de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Delos**, v. 18, n. 69, p. e5905-e5905, 2025.

DORNELES, E. M. S *et al.* Genetic diversity and antimicrobial resistance in *Staphylococcus aureus* and coagulase negative *Staphylococcus* isolates from bovine mastitis in Minas Gerais, Brazil. **Microbiology Open, Londres**, v. 8, n. 5, p. 1-7, 2019.

EL-SAYED, A; KAMEL, M. Bovine mastitis prevention and control in the postantibiotic era. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 236, 2021.

FORZZA, R. C *et al.* Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 2, p. 1699, 2010.

FOUTZ, C. A. *et al.* Exposure to antimicrobials through the milk diet or systemic therapy is associated with a transient increase in antimicrobial resistance in fecal *Escherichia coli* of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 11, p. 10126-10141, 2018.

FREITAS, L. A.; DE OLIVEIRA, T. C. Atividade anti-inflamatória dos óleos essenciais de três espécies de Lamiaceae: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 22, n. 2, 2020.

GARZOLI, S *et al.* Liquid and vapor phase of four conifer-derived essential oils: Comparison of chemical compositions and antimicrobial and antioxidant properties. **Pharmaceuticals**, v. 14, n. 2, 2021.

GAUBA, Anusha; RAHMAN, Khondaker Miraz. Evaluation of antibiotic resistance mechanisms in gram-negative bacteria. **Antibiotics**, v. 12, n. 11, p. 1590, 2023.

GODOY, R. L. O. *et al.* Composição química e atividade antiinflamatória de óleo essencial de *Tetradenia riparia* Hochst Codd. **Jornada Paulista de Plantas Medicinais**, 5, 2001, Botucatu-SP. Anais... Botucatu: UNESP, 2001. p. 01.

GUENTHER, E. The Essential Oils: history—Origin in Plants—Production—Analysis. V. 1. Van Nostrand: New York, 1948.

HOSSAIN, M. K *et al.* Bovine mastitis and its therapeutic strategy doing antibiotic sensitivity test. **Austin Journal Veterinary Science Animal Husbandry**, v. 4, n. 1, 2017.

KASHYAP, R. Exploring the molecular mechanisms and therapeutic potentials of essential oils: a systems biology approach. **Future Integrative Medicine**, v. 3, n. 2, 2024.

- KUROSAWA, Larissa Sayuri et al. Perfil de susceptibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus* spp. associados a mastite bovina. **Pubvet**, v. 14, p. 138, 2020.
- LANGONI, Helio et al. Considerações sobre o tratamento das mastites. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 1261-1269, 2017.
- LIMA, E. A. *et al.* Influência de fungos filamentosos e leveduras sobre contagem bacteriana e células somáticas em amostras de leite cru bovino. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, e304974135- e304974135, 2020.
- MASSOTE, V. P. *et al.* Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 1, n. 1, 2019.
- MANIERI, Marcos Felipe; GUIMARÃES, Camila Carla. MASTITE BOVINA: abordagens convencionais e alternativas de controle e tratamento. **Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 01, p. e171116-e171116, 2025.
- MONTAHLI, D. C *et al.* Essential oil of *Gallesia integrifolia* is active against mycobacteria. **Future microbiology**, v. 18, n. 2, 2023.
- MORALES-UBALDO, A. L *et al.* Bovine mastitis, a worldwide impact disease: Prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches. **Veterinary and animal science**, v. 21, 2023.
- MUNOZ, V *et al.* A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach: Part I. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Chacobo Indians. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 69, n. 2, 2000.
- OLIVEIRA, A. F. M.; *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais frente a bactérias patogênicas de importância clínica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022.
- PETZER, I. M. et al. Epidemiological and partial budget analysis for treatment of subclinical *Staphylococcus aureus* intramammary infections considering microbiological and cytological scenarios. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 148, p. 66-77, 2017.
- POWO Plants of the World Online (2026). Facilitated by the royal botanic Gardens, Kew. Published on the Internet Available at: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Accessed feb 10, 2026).

PROCÓPIO, T. F *et al.* Looking for alternative treatments for bovine and caprine mastitis: evaluation of the potential of *Calliandra surinamensis* leaf pinnulae lectin (CasuL), both alone and in combination with antibiotics. **Microbiology Open**, v. 8, n. 11, 2019.

RIBEIRO, L. F; CALIMAN, M. D.F; GASPAROTTO, P. H. G. Principais impactos da mastite bovina: revisão de literatura. **Revista GeTeC**, v. 12, n. 37, 2023.

SANTOS, O. J.; TORRES, O. J. M. Phytotherapy evolution in the healing process in surgery. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 25, n. 3, 2012.

SARTO, M. P. M.; JUNIOR, G. Z. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. **Uningá Review**, v. 20, n. 1, 2014.

SATO, A. Y. *et al.* Controle de contaminação e oxidação na micropropagação do pau d'alho (*Gallesia gorazema* Moq.). **Agropecuária Técnica**, v. 25, n. 2, 2004.

SHAHZAD, M. A. *et al.* Virulence and resistance profiling of *Staphylococcus aureus* isolated from subclinical bovine mastitis in the Pakistani Pothohar region. **Nature: Scientific Reports**, v. 14, n. 1, 2024.

SILVA, G. C. C. *et al.* Cellular Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Antiproliferative Activities from the Flowers, Leaves and Fruits of *Gallesia integrifolia* Spreng Harms. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 28, n. 14, 2023.

SILVA, L. L *et al.* Atividades terapêuticas do óleo essencial de melaleuca (melaleuca alternifolia) Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of health review**, v. 2, n. 6, 2019.

SILVA, I. P. V.; MARTINS, D. T. O. Atividade antifúngica, seletividade e estabilidade do óleo essencial da entrecasca do caule de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Delos**, v. 18, n. 69, p. e5905, 2025.

SIMOES, C. M. O. *et al.* Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3 ed. Porto Alegre. Ed da Universidade UFRGS. 2001.

SCATAMBURLO, M.H.; WERLE, C.H. Mastite Bovina: Literature review. **Revista Ibero-americana de Humanidades. Ciências e Educação**, v.11, n.10, p.2669-2680, 2025.

STRATAKOS, A. C.; KOIDIS, A. **Methods for Extracting Essential Oils**. In: Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety; Academic Press: Cambridge, MA, USA, p. 31-38, 2016.

YANG, X. N.; KHAN, I.; KANG, S. C. Chemical composition, mechanism of antibacterial action and antioxidant activity of leaf essential oil of *Forsythia koreana* deciduous shrub. **Asian Pacific Journal Tropical Medicine**, v. 8, n. 9, 2015.

ZIMERMANN, K. F.; ARAUJO, M. E. M. Mastite bovina: agentes etiológicos e susceptibilidade a antimicrobianos. **Campo Digital, Campo Mourão**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2017.

1.4 Objetivo

Analisar a composição química e atividade antimicrobiana dos OE de folhas, flores e frutos da *Gallesia integrifolia*, frente a cepas causadoras da mastite bovina.

CAPÍTULO 2

ARTIGO

**ESTUDO DAS ATIVIDADES ANTIMICROBIANAS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE
FOLHAS, FLORES E FRUTOS DE *Galesia integrifolia* NO CONTROLE DA
MASTITE EM BOVINOS**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista ARQUIVO BRASILEIRO
DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – ISSN 0102-0935.

ESTUDO DAS ATIVIDADES ANTIMICROBIANAS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS, FLORES E FRUTOS DE *Gallesia integrifolia* NO CONTROLE DA MASTITE EM BOVINOS

RESUMO

A pesquisa avaliou a composição química e as atividades antimicrobianas dos óleos essenciais (OE) de folhas, flores e frutos de *G. integrifolia* contra bactérias causadoras de mastite em bovinos, visando ao desenvolvimento de um tratamento alternativo. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação (3hr), e analisados quimicamente por cromatografia gasosa acoplada á espectrometria de massas (CG-EM). A análise química dos OEs, indicaram que a classe majoritária foram os compostos sulfurados com 97,98% e nas folhas, 98,58 e nas flores e 98,06% nos frutos, respectivamente. A atividade antimicrobiana foi realizada pelo método de microdiluição em caldo (MIC), determinando a concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CBM), para realizar testes de resistência e susceptibilidade aos OE de *G. integrifolia* na concentração entre 0,039 e 20mg/mL. A atividade antimicrobiana foi testada contra sete bactérias, Bacilos Gram-negativos, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Proteus* spp. e *Staphylococcus* spp incluindo *Staphylococcus aureus*, principal causador de mastite em bovinos. Os OE mostraram ação inibitória contra os sete microrganismos, com o (CIM) variando de 20 a 0,625 mg/mL. Os resultados indicam que o *G. integrifolia* possui potencial antimicrobiano, especialmente contra *Staphylococcus aureus* com CIM de 0,625 mg/mL, para os óleos essenciais das flores e frutos, destacando-se como uma alternativa promissora para o tratamento da mastite bovina.

Palavras-chave: Glândula mamária. Pau-d'alho. *Staphylococcus*. Vacas de leite. Tratamento alternativo.

ABSTRACT

This research evaluated the chemical composition and antimicrobial activities of essential oils (EOs) from leaves, flowers, and fruits of *Gallesia integrifolia* against bacteria that cause mastitis in cattle, aiming at the development of an alternative treatment. The essential oils were extracted by hydrodistillation and chemically analyzed. The chemical analysis of the EOs indicated that the major class was sulfur compounds, followed by oxygenated diterpenes with 97.98% and 4% in leaves, 98.58% and 3.04% in flowers, and 98.06% and absent (-) in the fruits, respectively. The antimicrobial activity was performed using the broth microdilution (BMD) method, determining the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC), to conduct resistance and susceptibility tests to the EOs of *Gallesia integrifolia*. Antimicrobial activity was tested against seven bacteria, including *Staphylococcus aureus*, the main cause of mastitis. The essential oils (EOs) showed inhibitory action against all seven microorganisms, with minimum inhibitory concentrations (MICs) ranging from 20 to 0.625 mg/mL. No bactericidal activity was observed in the tested EOs. The results indicate that *Gallesia integrifolia* has antimicrobial potential, especially against *Staphylococcus aureus*, standing out as a promising alternative for the treatment of bovine mastitis.

Keywords: Mammary gland. Garlic tree. *Staphylococcus*. Dairy cows. Alternative treatment.

INTRODUÇÃO

A mastite é uma inflamação da glândula mamária resultante da ação de diferentes micro-organismos (Benhamed *et al.*, 2011), é uma enfermidade mais relevante em bovinos leiteiros, afetando drasticamente a produção e a qualidade do leite e seus derivados (Pyörälä *et al.*, 2002).

Esses prejuízos econômicos decorrem dos custos relacionados ao tratamento, da eliminação do leite contendo resíduos de antibióticos e, em determinadas situações, do descarte de vacas acometidas por mastite aguda que não receberam o tratamento adequado (Fuentes *et al.*, 2022).

Os microrganismos possuem a habilidade de se adaptar a pressões externas, como a ação de biocidas e antimicrobianos, a fim de evitar sua própria extinção. Quando enfrentam estresses que ameaçam sua sobrevivência, geralmente desenvolvem ou ativam mecanismos para resistir às adversidades impostas pelo ambiente. Ao longo do tempo, o uso extensivo de antimicrobianos resultou no aumento de bactérias resistentes (Ceniti *et al.*, 2017; Mcewen; Collignon, 2018).

A procura por produtos naturais com eficácia antimicrobiana contra patógenos resistentes, ou que possam reduzir a duração do tratamento e as toxicidades associadas, ou até mesmo aprimorar a ação dos antimicrobianos convencionais quando usados em conjunto, emerge como uma alternativa crucial para o controle da mastite. Nesse contexto, as plantas medicinais surgem como uma fonte significativa na busca por novos agentes terapêuticos potenciais (Beloni; Oliveira, 2020).

A espécie *G. integrifolia* (Spreng) Harms, é uma árvore nativa, pertence à família Phytolaccaceae, e é conhecida popularmente como Pau d'alho, Cebolão e pau-fedorento, devido ao seu forte odor de alho, que se dá pela presença de compostos sulfurados nos óleos essenciais (Akisue *et al.*, 1986). Esta espécie é encontrada principalmente na Mata Atlântica, entre o Nordeste e o Brasil Central, é considerada uma espécie entomófila pois seus frutos e flores são atraídos por pássaros e abelhas, fazendo com que ocorra a polinização da espécie (Neves, 2006, Sambuichi, 2009).

A fitoterapia têm sido há muito tempo, um dos principais recursos terapêuticos caseiros para o tratamento das pessoas e seus familiares. (Heisler *et al.*, 2015).

A espécie *G. integrifolia* produz uma grande quantidade de metabólitos secundários que são utilizados para alimentos, bebidas e cosméticos fazendo com que aumentasse a demanda

desses produtos que no caso não oferecem riscos à saúde (Hunter, 2009; Barbieri; Borsotto, 2018).

Os óleos essenciais de *G. integrifolia* possuem várias atividades biológicas como propriedades quimiopreventivas, antioxidantes, antineoplásicas, antimutagênicas, antiproliferativas e anti-inflamatórias (Miguel, 2010; Bhalla *et al.*, 2013; Bowman *et al.*, 2018) nos extratos de *G. integrifolia* foram relatados com atividades antiulcerosa, antioxidante e antimicrobiana (Tene *et al.*, 2007; Biesk *et al.*, 2015; Arunachalam *et al.*, 2017).

Raimundo *et al.*, (2017) observou atividade acaricida nos OE de folhas, flores e frutos de *G. integrifolia*. Compostos contendo átomos de enxofre, como trissulfeto de dimetil, polissulfeto e sulfeto de dimetila, têm atividades biológicas potenciais como antibacterianas, anti-inflamatórias e antioxidantes. (Raimundo *et al.*, 2018). Compostos sulfurados isolados encontrados nessa espécie, principalmente o, 2,8-dithianonane (dithianonano), encontrado em maior quantidade, contém diversas atividades biológicas, como propriedades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica certas células cancerígenas (Silva e Martins, 2025).

Este estudo, de caráter inédito, avaliou a composição química e a atividade antimicrobiana in vitro dos óleos essenciais obtidos das folhas, flores e frutos de *G. integrifolia* frente a isolados bacterianos provenientes de vacas com mastite, visando contribuir para o desenvolvimento de um produto alternativo destinado ao tratamento da mastite bovina.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta

As folhas e flores de *Gallesia integrifolia* foram coletadas nos meses de abril e maio de 2023 e os frutos de *G. integrifolia* foram colhidos maduros nos meses de junho de 2023 na latitude 23°46'16'S e longitude 53°19'38' W, e altitude de 442 m. Um exemplar da planta foi autenticado e depositado no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOEST) sob número 1716. Esta espécie será registrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), sob o número AB67595.

Extração do óleo essencial das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia*

Para o processo de extração do óleo essencial foram utilizados separadamente, as folhas, flores e frutos frescos, por meio da técnica de hidrodestilação utilizando o aparelho *Clevenger*

modificado, num período de destilação de 3 horas, preconizado por Raimundo *et al.* (2017), e mantidos acondicionados em frascos âmbar e mantidos sob refrigeração a -4°C (BRASIL, 2019).

Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM)

Os OE de *Gallesia integrifolia* foram analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas - CG/EM, em um cromatógrafo modelo Agilent 19091S-433. O equipamento utilizado foi uma coluna analítica dimetilpolisiloxano (30 mm x 0,25 mm, 0,10 µm), sendo sua temperatura inicial ajustada para 80 °C e mantida durante 2 min, com rampa de 30 °C/min até 290 °C; em seguida, 25 °C/min até 300 °C e, finalmente, 20 °C/min até 310 °C, permanecendo durante 15 min. O gás carreador (hélio) com velocidade linear de 0,8 mL/min até 210 °C e com vazão de pressão de 25 kPa. A temperatura do injetor é de 300 °C. A injeção é no modo *splitless*. As condições para as massas (MS): temperatura da fonte 200 °C; temperatura de interface 250 °C; detector 70 eV; *mass scan range*, 40-350 amu. Os compostos presentes nos OE foram identificados pela comparação de seus espectros de massas com os espectros de massas da biblioteca Wiley 275 libraries e também baseado na comparação dos seus índices de retenção (IR) obtidos usando uma série homóloga do padrão de n-alcenos (C₇ - C₂₆) (Adams, 2017).

Ensaio de sensibilidade para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), microrganismos e preparo do inóculo

A atividade antibacteriana dos OE foi testada frente a sete cepas de bactérias, sendo duas cepas padrões (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922) e 5 isolados clínicos de mastite (Tabela 1).

Tabela 1: Amostras utilizadas para avaliação de atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Gallesia integrifolia*.

Amostras	Microrganismos	Origem
M1	<i>Proteus ssp</i>	Isolado clínico
M2	<i>Bacilos Gram negativos</i>	Isolado clínico
M3	<i>Staphylococcus ssp</i>	Isolado clínico
M4	<i>Staphylococcus ssp</i>	Isolado clínico
M5	<i>Klebsella oxytoca</i>	Isolado clínico

M6	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923
M7	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922

As bactérias foram coletadas a campo e foram isoladas de amostras do leite proveniente dos animais acometidos com mastite clínica e subclínica do rebanho da Unidade didática de leite da Universidade Paranaense – UNIPAR. Foram utilizados tubos estéreis para o acondicionamento do leite, onde os isolados foram semeados em meio ágar sangue para o crescimento e identificação por cultivo microbiológico e provas bioquímicas de catalase. Para os ensaios foi preparado uma diluição da massa celular bacteriana a partir do cultivo de 24 h. A concentração final de células bacterianas foi ajustada de acordo com a Escala 0,5 de McFarland ($1,5 \times 10^8$ UFC / mL) em solução salina estéril 0,9% e após realizada a leitura em espectrofotômetro (Spectra Max Plus) a 625 nm. A seguir foi feita a diluição da suspensão 1:10 em meio da cultura Mueller Hinton Caldo.

Atividade antibacteriana pelo método de microdiluição em caldo e determinação da concentração bactericida mínima

A concentração inibitória mínima (CIM) de cada microrganismo frente aos OE foi realizada por meio da técnica de microdiluição em série usando microplacas de 96 poços. Para cada microrganismo, foi realizada uma suspensão padronizada em solução salina conforme descrito no item anterior. A CIM foi fornecida de acordo com o método de microdiluição em caldo (CLSI, 2015) modificado para produtos naturais. Os OE foram avaliados na faixa de concentração entre 0,039 e 20 mg/mL e diluídos com polissorbato 80 a 2% em água purificada. Após a diluição seriada, 50 µL do inóculo foi adicionado a cada poço e submetido à incubação a 35° C por 24 h. A leitura foi realizada com a adição de 20 µL de revelador 2,3,5-cloreto de trifeniltetrazólio (Reatec®) a 1,0% em cada poço seguida de incubação das microplacas a 35° C por 20 min. A CIM foi definida pela concentração menor que resultou na inibição do crescimento visual de acordo com o revelador. Após a leitura, 2 µL de cada poço foi cultivado em meio de cultura Mueller Hinton Agar e incubado a 35 °C/ 24h para determinação da concentração bactericida mínima (CBM) dos OE frente aos microrganismos estudados.

Análise dos dados

Todos os testes foram realizados em triplicatas. Foi considerado sem atividade inibitória e/ou bactericida as concentrações de OE acima de 20mg/mL. As composições químicas dos OE foram expressas em % de área relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O OE das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia* foi analisado por CG-EM, e a identificação química encontra-se descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química do OE das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia*.

Nº	Composto	Folhas	Botão floral	Frutos	Ri literatura	Referência
1	Dimethyl Disulfide	4,16	3,45	0,91	740	<u>Bonaiti, et al., 2005</u>
2	Dimethyl trisulfide	1,13	t	16,22	972	Jarunrattanasri, et al., 2007
3	1,2,4 trithiolane	1,04	1,81	0,76	1127	<u>Madrugá and Mottram, 1998</u>
4	2,3,5 Trithiahexane	14,25	17,64	t	1134	<u>Andriamaharavo, 2014</u>
5	1,3,5 Trithiane	3,79	2,29	t	1271	<u>Ames et al., 2001</u>
6	1,2,4,5 tetrathiane	5,59	t	5,81	1337	<u>Madrugá and Mottram, 1998</u>
7	2,8 – Dithianonane	40,93	46,78	54,01	1339	<u>Garbuzov et al., 1985</u>
8	3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide	5,29	6,14	t	1542	3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide
9	Lenthionine	0,66	0,56	14,87	1590	<u>Chen and Ho, 1986</u>
10	3,6- dioxo-8-mercaptooctane-1-ol	1,88	t	t	1618	Raimundo et al .,2021
11	hexathiepane	t	t	5,48	1697	<u>Frerot, Velluz, et al., 2008</u>
12	N-ethyl-1,3-dithioisoindole	13,03	13,24	t	1847	Raimundo et al .,2021
13	Phytol	4	3,04	t	2106	Mondello, 2012
14	Propyl undecenoate	2,23	0,53	t	2194	Raimundo et al .,2021
15	s-phenyl-p- toluene-thiosulfonate	t	3,1	t	2325	Raimundo et al .,2021
Total identificado		97,98	98,58	98,06		
Compostos sulfurados		93,98	95,54	98,06		

Diterpeno oxigenado	4	3,04	-
---------------------	---	------	---

^aCompostos químicos (%) foram listados por ordem de eluição de uma coluna DB-5. ^bIR – Índice de Retenção calculado utilizando n-alcenos C₇-C₂₆ em uma coluna (HP-5MS); ^cIdentificação baseada na comparação com os espectro de massa da Biblioteca Wiley 275; MI: Método de identificação; (-): ausente; t = traços.

No OE das folhas da *Gallesia integrifolia* foram identificados 15 compostos, sendo a classe majoritária os Compostos sulfurados (93,98%), seguido pelos, Diterpeno oxigenado (4,00%) tendo como majoritário o 2,8 – Dithianonane (40,93%); seguido do 2,3,5 Trithiahexane (14,25%), N-ethyl-1,3-dithioisindole (13,03%), 1,2,4,5 tetrathiane (5,59%), 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide (5,29%) e Phytol (4,00%). No OE das flores da *Gallesia integrifolia* foram identificados 15 compostos, sendo a classe majoritária os Compostos sulfurados (95,54%), tendo como majoritário o 2,8 – Dithianonane (46,78%); seguido do 2,3,5 Trithiahexane (17,64%), N-ethyl-1,3-dithioisindole (13,24%), 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide (6,14%), e Phytol (3,04%). No OE dos frutos da *Gallesia integrifolia* foram identificados 15 compostos, sendo a classe majoritária os Compostos sulfurados (98,06%), tendo como majoritário o 2,8-dithianonane (54,06%); seguido do Dimethyl trisulfide (16,22%), Lenthionine (14,87%), 1,2,4,5-tetrathiane (5,81%).

Várias classes de fitoquímicos de diferentes partes da *Gallesia integrifolia* foram relatadas, que inclui terpenos, porfirinas, álcoois ramificados, fenóis, cetonas aromáticas e substâncias naturais contendo enxofre (Bortolucci *et al.*, 2021). Raimundo *et al* (2017) encontraram, compostos de enxofre nas folhas (97,00%), nas flores (93,33%) e nos frutos (86,74%). Nos frutos, os principais compostos foram 2,3,5-trithiahexano, 6-dithiooctano-1,8-diol, metanotiol, no óleo essencial. Em outro estudo conduzido também por Raimundo *et al.* (2021), foram encontrados no OE da *Gallesia integrifolia* como compostos majoritários 38.93% de 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide, 13.74% de 1,3,5-trithiane nas folhas, 45.28 % Methionine ethyl ester, 17.08% de Methyl p-tolyl sulfide e 13.40% de N-ethyl-1,3-dithioisindole, 5.94% de 3,5-dithiahexanol-5,5-dioxide nas flores, 52.63% de 2,8-dithianonane, 15.28 % de Dimethyl trisulfide, 14.69 % de Lenthionine e 5.66 % de 1,2,4,5-tetrathiane nos frutos. Souza *et al.* (2022) pesquisando os componentes dos OE de folhas, flores e frutos da *G. integrifolia*, também encontrou resultados semelhantes. Os resultados citados acima corroboram, com os resultados encontrados no presente trabalho, visto que os compostos majoritários no presente trabalho, são os mesmos encontrados na literatura (Tabela 2).

O OE das folhas de *Gallesia integrifolia*, apresentou atividade inibitória (CIM) nas sete cepas de bactérias testadas conforme descrito na Tabela 3, com concentrações que variam de 0,625 a 20 mg/mL.

Tabela 3: Atividade antimicrobiana dos OE de diferentes partes da *Gallesia integrifolia*.

Amostras Origem		Microrganismos	Folhas	Flores	Frutos
			CIM CBM (mg/mL)	CIM CBM (mg/mL)	CIM CBM (mg/mL)
M1	Isolado clínico	<i>Proteus ssp.</i>	5	0,625	0,625
			>20	>20	>20
M2	Isolado clínico	Bacilos Gram negativos	20	5	5
			>20	>20	>20
M3	Isolado clínico	<i>Staphylococcus ssp.</i>	10	5	5
			>20	>20	>20
M4	Isolado clínico	<i>Staphylococcus ssp.</i>	20	10	5
			>20	>20	>20
M5	Isolado clínico	<i>Klebsiella oxytoca</i>	20	5	5
			>20	>20	>20
M6	ATCC 25923	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	0,625	0,625
			>20	>20	>20
M7	ATCC 25922	<i>Escherichia coli</i>	20	5	10
			>20	>20	>20

CIM: concentração inibitória mínima. CBM: Concentração bactericida mínima.

O OE das flores e frutos de *G. integrifolia*, apresentou atividade inibitória em todas as cepas de bactérias testadas com concentrações que variam de 10 a 0,625 mg/mL. As atividades inibitórias ocorreram em bactérias isoladas de leite como *Proteus ssp.*, Bacilos Gram negativos, *Staphylococcus ssp.*, *Klebsiella oxytoca* e *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Com relação Gênero *Staphylococcus*, os OE das folhas, frutos e flores da *G. integrifolia* apresentaram atividade inibitória em todas a cepas testadas, dois isolados de *Staphylococcus ssp* e uma cepa de *S. aureus* ATCC 25923 com concentrações que variam de 10 a 0,625 mg/mL.

O *S. aureus* é de tratamento mais difícil, devido à elevada resistência aos antimicrobianos. As infecções intramamárias causadas pelo *S. aureus* geralmente resultam em

mastites subclínicas e podem progredir para manifestações clínicas, ao incluir sinais sistêmicos, particularmente nas novilhas e no período pós-parto (Radostits *et al.*, 2021).

S. aureus é um microrganismo potencialmente patogênico, capaz de invadir e colonizar o epitélio mamário em decorrência de múltiplos fatores de virulência, incluindo a liberação de toxinas e a capacidade de formação de biofilme, (Zaatout, 2020). Saeed *et al.* (2022), coletando amostras de leite de 235 vacas com CCS acima de 200.000 células por mL de leite, observou que 16.5% das amostras tinham *S. aureus*, que demonstrou resistência aos seguintes antimicrobianos: penicilina (18/39, 46%), ampicilina (17/39, 43,6%), oxacilina (12/39, 31%), tetraciclina (10/39, 26%) e eritromicina (7/39, 18%). A resistência antimicrobiana foi registrada em um total de (17/39, 43,6%) dos isolados de *S. aureus*. Todos os isolados de *S. aureus* formaram biofilmes. A resistência de *S. aureus* aos beta-lactâmicos foi de 75% à penicilina, 67% à amoxicilina, 57% à cefalosporina e 50% à ampicilina (Dagnaw, et al., 2024). De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, os OE das flores e frutos estudados, frente a inibição de *S. aureus*, possuem um grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos com uma terapia integrada no controle da mastite em bovinos, reduzindo desta forma o uso de antibióticos e consequentemente a resistência bacteriana a estes fármacos.

Também os OE de folhas, flores e frutos da *G. integrifolia* promoveram a inibição nas bactérias Gram negativas testadas como *Proteus ssp.*, Bacilos Gram negativos, *Klebsiella oxytoca* y *Escherichia coli* ATCC 25922 com concentrações que variam de 20 a 0,625 mg/mL.

Em um trabalho realizado por Arunachalam *et al.* (2016), relatou-se que o extrato hidroetanólico da casca do caule interno demonstrou alta atividade antibacteriana contra *S. flexneri* (0,025 mg/mL) e moderada contra *S. pyogenes* (0,1 mg/mL), *E. coli* (0,2 mg/mL), *S. typhimurium* (0,2 mg/mL), *P. aeruginosa* (0,4 mg/mL), *S. aureus* (0,4 mg/mL) e *K. pneumoniae* (0,4 mg/mL). No presente trabalho foram usadas partes diferentes da planta e em vez de extrato foram utilizados OE das folhas, flores e frutos, e colocadas frente a cepas coletadas de animais mastíticos com resultados muito satisfatório. Montaholi et al. (2023) utilizando óleos essenciais de *Gallesia integrifolia* em *Mycobacterium tuberculosis* observou que concentração inibitória mínima (CIM) variou de 0,01563 a 0,0625 mg/ml contra *M. tuberculosis*. Segundo o estudo, todos os OE testados demonstraram sinergismo com fármacos antituberculosos porem nosso estudo trata somente de óleo essencial frente a isolados clínicos. Essa ação antimicrobiana dos OE das flores e dos frutos podem ser justificada devido a sua composição química, visto que na literatura consta-se que compostos como Phytol, 2,8-Ditianoano, Lentionina, trissulfeto de dimetila possuem ação antimicrobiana (Saha e Bandyopadhyay, 2020; Raimundo *et al.* 2018). Os OE das flores e dos frutos obtiveram um melhor resultado quando comparado com

as folhas, visto que sua composição química contém alta composição de compostos sulfurados, sendo composto por 95,54% nas flores e 98,06% no frutos, contra 93,98% das folhas, (Tabela 2). Compostos sulfurados isolados encontrados na *G. Integrifolia*, contém diversas atividades biológicas, como propriedades antioxidantes, antimicrobianas e citotóxica a certas células cancerígenas (Silva e Martins, 2025).

Os resultados encontrados neste estudo são promissores, visto que, a mastite por *S. aureus* e outros patógenos pode ser considerada um potencial risco para a saúde pública.

CONCLUSÃO

Com isso podemos concluir que neste trabalho, os óleos essenciais das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia* inibiram sete das sete cepas bacterianas testadas e exerceu atividade inibitória sobre *S. aureus*, principal bactéria causadora da mastite bovina, cada parte da *G. integrifolia* teve suas particularidades referente a concentração de compostos sulfurados em relação as cepas bacterianas.

Com base nos componentes identificados e nos efeitos antimicrobianos observados frente a microrganismos causadores de mastite bovina, considera-se que o OE de *G. integrifolia* tem potencial para aplicação terapêutica em animais acometidos por mastite. Entretanto, novos estudos devem ser realizados visando o desenvolvimento de formulações e associações entre os OEs, para buscar um efeitos sinérgicos.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 5 online ed. *Gruver, TX USA*: Texensis Publishing, 2017.
- ARUNACHALAM, Karuppusamy et al. Chemical characterization, toxicology and mechanism of gastric antiulcer action of essential oil from *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms in the in vitro and in vivo experimental models. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 94, p. 292-306, 2017.
- ARUNACHALAM, Karuppusamy et al. *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Danos: Atividades antibacterianas in vitro e in vivo e modo de ação. *Revista de Etnofarmacologia*, v. 184, p. 128-137, 2016.
- BARBIERI, Cinzia; BORSOTTO, Patrizia. Essential oils: market and legislation. Potential of essential oils, p. 107-127, 2018.

BELONI, M. V; DA SILVA, M. A.; OLIVEIRA, L. Atividade antibacteriana dos óleos essenciais frente a agentes causadores da mastite bovina. *Tópicos Especiais em Ciência Animal IX*, p. 263, 2020.

BENHAMED, N. *et al.* Prevalence of Mastitis Infection and Identification of Causing Bacteria in Cattle in the Oran Region West Algeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 10, n. 22, p. 3002-3005, 2011.

BHALLA, Yashika; GUPTA, Vinay Kumar; JAITAK, Vikas. Anticancer activity of essential oils: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 93, n. 15, p. 3643-3653, 2013.

BIESKI, Isanete Geraldini Costa *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants by population of valley of Juruena region, legal Amazon, Mato Grosso, Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, v. 173, p. 383-423, 2015.

BLOWMAN, K. *et al.* Anticancer properties of essential oils and other natural products. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2018, 2018.

BORTOLUCCI, W. C. *et al.* Cytotoxicity and anti-inflammatory activities of *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae) fruit essential oil. *Natural Product Research*, p. 1-6, 2021.

BRASIL *Brazilian Pharmacopoeia*, 6th ed.; Brazilian Health Regulatory Agency SIA Ward 5: Anvisa, Brasil, 2019.

CENITI, C. *et al.* Phenotypic antimicrobial resistance profile of isolates causing clinical mastitis in dairy animals. *Italian journal of food safety*, v. 6, n. 2, 2017.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARD INSTITUTE (CLSI). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*; 20th Informational Supplement. CLSI document M100-S19. CLSI, Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standard Institute, 2015.

DAGNAW, M. *et al.* Rate of Beta-Lactam Resistance and Epidemiological Features of *S. Aureus*-Associated Bovine Mastitis in Cross-Bred Ethiopian Cows: Systematic Review. *Vet Med: Reserch and reports*, v. 27, n.15, p.39-55, 2024.

DE-CAMPOS-BORTOLUCCI, W. *et al.* Extrato bruto da árvore tropical *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae) para controle de larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista de Biologia Tropical*, v. 1, pág. 153-169, 2021.

FUENTES, E. A. *et al.* Uso de ozônio na terapêutica de mastite bovina: Relato de caso. *Pubvet*, v. 16, n. 3, p. 1-10, 2022.

- HEISLER, E. V. et al. Uso de plantas medicinais no cuidado à saúde: produção científica das teses e dissertações da enfermagem brasileira. *Enfermería global*, v. 14, n. 3, p. 390-417, 2015.
- HOGVEEN, H.; HUIJPS, K.; LAM, T. J. G. M. Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 59, n. 1, p. 16-23, 2011.
- HUNTER, M. *Essential oils: art, agriculture, science, industry and entrepreneurship*. Nova Science Publishers, Incorporated, 2010.
- MCEWEN, S. A.; COLLIGNON, P. J. Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals*, p. 521-547, 2018.
- MIGUEL, M. G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. *Molecules*, v. 15, n. 12, p. 9252-9287, 2010.
- MONTAHOI, D. C. et al. Essential oil of *Gallesia integrifolia* is active against mycobacteria. *Future Microbiol.*, v.18, p.107-116, 2023.
- NEVES, P. C. P das et al. Palinoflora do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Phytolaccaceae R. Br. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 9, n. 1, p. 157-164, 2006.
- PYÖRÄLÄ, S. New strategies to prevent mastitis. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 37, n. 4, p. 211-216, 2002.
- RADOSTITS, O. M. et al. *Clínica Veterinária*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 15, p. 541-629, 2021.
- RAIMUNDO, F. K. et al. Atividade antifúngica do óleo essencial do fruto de *Gallesia integrifolia*. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 49, p. 229-235, 2018.
- RAIMUNDO, F. K. et al. Insecticidal activity of *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae) essential oil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, v. 20, n. 1, 2021.
- RAIMUNDO, K. F. et al. Composição química de compostos voláteis da madeira do alho ('*Gallesia integrifolia*') (Phytolaccaceae) e sua atividade sobre carrapatos bovinos. *Australian Journal of Crop Science*, v. 8, 2017.
- SAEED, S. I. et al. Prevalence, Antimicrobial Resistance, and Characterization of *Staphylococcus aureus* Isolated from Subclinical Bovine Mastitis in East Coast Malaysia. *Animals*, v.12, n.13, 2022.

SAHA, M; BANDYOPADHYAY, P. K. Atividade antimicrobiana in vivo e in vitro do fitol, uma molécula diterpênica isolada e caracterizada de *Adhatoda vasica* Nees. (Acanthaceae), para controlar doença bacteriana grave em peixes ornamentais, *Carassius auratus*, causada por *Bacillus licheniformis* PKBMS16. *Patogênese Microbiana* , v. 141, p. 103977, 2020.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa et al. Lista de árvores nativas do sul da Bahia. Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas do sul da Bahia, v. 1, p. 171-257, 2009.

SILVA, I. P. de V.; MARTINS, D. T. de O. Atividade antifúngica, seletividade e estabilidade do óleo essencial da entrecasca do caule de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. *Revista Delos, [S. l.]*, v. 18, n. 69, p. e5905, 2025.

SOUZA, A. N. V. et al. Bioactive compounds with antifungal activity against pathogens isolated from pregnant woman: *Gallesia integrifolia* (garlic wood) is a promising treatment for vulvovaginal candidiasis. *J. Ethnopharmacol.* v.15, n.295, 115403. 2022.

TENE, Vicente et al. An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Journal of ethnopharmacology*, v. 111, n. 1, p. 63-81, 2007.

ZAATOUT, N.; AYACHI, A.; KECHA, M. *Staphylococcus aureus* persistence properties associated with bovine mastitis and alternative therapeutic modalities. *Journal of Applied Microbiology*, v. 129, n. 5, p. 1102-1119, 2020.

CONCLUSÃO

Os óleos essenciais das folhas, flores e frutos de *Gallesia integrifolia* inibiram sete das sete cepas bacterianas testadas e exerceu atividade inibitória sobre *S. aureus*, principal bactéria causadora da mastite bovina.

Os OE das flores e dos frutos obtiveram um melhor resultado quando comparado com as folhas, provavelmente pela alta composição de compostos sulfurados.

Com base nos componentes identificados e nos efeitos antimicrobianos observados frente a microrganismos causadores de mastite bovina, considera-se que o OE de *Gallesia integrifolia* tem potencial para aplicação terapêutica em animais acometidos por mastite.

Entretanto, estudos devem ser realizados visando ao desenvolvimento de formulações e associações entre os OEs, buscando efeitos sinérgicos e também com um número maior de isolados clínicos.

ANEXOS

ANEXO 1 – Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 2), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências.

O número de Referências não deve exceder a 30.

Relato de caso

Contempla principalmente as áreas médicas em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 2), Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a dez, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Comunicação

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental digno de publicação, embora insuficiente ou inconsistente para constituir um artigo científico.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 2). Deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para "Artigo científico", embora seguindo àquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um "Abstract" e quando redigida em inglês deve conter um "Resumo".

O número de páginas não deve exceder a oito, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

- O texto **NÃO** deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como "Main Document" (Step 2), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), **com linhas numeradas**.
- Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com o número do ORCID e com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no "Title Page" (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.
* na submissão usar somente o Keyword (Step 3) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados **deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA**. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, **SEM** revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas

as normas gerais da ABNT, **adaptadas** para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

- autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);
- dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);
- mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979);
- mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. *et al.* Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerald-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.