

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

**AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO DIAGNÓSTICO PRECOCE E TRATAMENTO
DA MASTITE BOVINA – REVISÃO DE LITERATURA.**

BÁRBARA FERNANDES MENEZES
PAULO VINÍCIUS MARINHO GAMA
ORIENTADOR/PROFESSOR: MARCELA LUZIA RODRIGUES PEREIRA

GOIÂNIA – GOIÁS

Dezembro/2025

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO DIAGNÓSTICO PRECOCE E TRATAMENTO DA MASTITE BOVINA – REVISÃO DE LITERATURA

Bárbara Fernandes Menezes¹
Paulo Vinícius Marinho Gama²
Marcela Luzia Rodrigues Pereira³

Resumo: A mastite bovina constitui uma das principais enfermidades que comprometem a eficiência da pecuária leiteira, impactando de forma expressiva a produtividade, os custos operacionais e a qualidade do leite destinado ao consumo e à industrialização, caracterizada como um processo inflamatório da glândula mamária, provocada por diversas agressões, que podem ser de origem física, metabólica, alérgica, fisiológica ou patógenos infecciosos, a mastite pode ocorrer nas formas clínica ou subclínica, exigindo métodos diagnósticos sensíveis para sua detecção precoce. Este trabalho, baseado em uma revisão de literatura, apresenta os aspectos patológicos e econômicos da doença, discute técnicas tradicionais de diagnóstico e destaca o avanço de tecnologias emergentes voltadas à identificação antecipada e ao tratamento, como a termografia por infravermelho, a terapia de pulso acústico e a ozonioterapia, essas ferramentas têm se mostrado relevantes na redução do uso de antimicrobianos, na melhoria do bem-estar animal e na promoção de sistemas produtivos mais sustentáveis. Os estudos analisados evidenciam que a combinação entre monitoramento contínuo, manejo adequado e aplicação de métodos tecnológicos contribui de maneira significativa para diminuir a prevalência da mastite e para otimizar a qualidade do leite, assim, a revisão reforça a importância de estratégias integradas que apoiem a prevenção, o controle e a eficiência dos sistemas leiteiros.

Palavras-chave: Inflamação mamária. Produção leiteira. Qualidade do leite. Diagnóstico. Prevenção.

TECHNOLOGICAL ADVANCES IN THE EARLY DIAGNOSIS AND TREATMENT OF BOVINE MASTITIS – A LITERATURE REVIEW.

Abstract: Bovine mastitis constitutes one of the main diseases that compromise the efficiency of dairy farming, significantly impacting productivity, operational costs, and the quality of milk intended for consumption and industrial processing, characterized as an inflammatory process of the mammary gland caused by various types of aggression that may be physical, metabolic, allergic, physiological, or infectious pathogens, mastitis may occur in clinical or subclinical forms, requiring sensitive diagnostic methods for its early detection. This study, based on a literature review, presents the pathological and economic aspects of the disease, discusses traditional diagnostic techniques, and highlights the advancement of emerging technologies aimed at early identification and treatment such as infrared thermography, acoustic pulse therapy, and ozonotherapy, these tools have shown relevance in reducing antimicrobial use, improving animal welfare, and promoting more sustainable production systems. The studies analyzed demonstrate that the combination of continuous monitoring, proper management, and the application of technological methods contributes significantly to reducing the prevalence of mastitis and optimizing milk quality, thus the review reinforces the importance of integrated strategies that support prevention, control, and the efficiency of dairy production systems.

Keywords: Breast inflammation. Milk production. Milk quality. Diagnosis. Prevention.

1 INTRODUÇÃO

A mastite é uma resposta do sistema imunológico à invasão de microrganismos, resultando em um processo inflamatório na glândula mamária que compromete a quantidade e a qualidade do leite produzido (Coelho *et al.*, 2016).

¹ Discente do curso de Nome do Curso do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3485642809506246>. Orcid: 0000-0003-0516-7160. E-mail: menezesbarbara514@gmail.com.

² Discente do curso de Nome do Curso do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7431523365437182>. Orcid: 0000-0002-6225-6947. E-mail: paulonoci8@gmail.com.

³ Professor/a Adjunta do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9192023711659469>. E-mail: marcelaluziazoo@gmail.com.

O Brasil ocupa o quarto lugar no ranking de produção de leite em todo o mundo, passando de uma produção de 15 bilhões de L/ano nos anos 90 para produção acima de 35,6 bilhões de litros em 2014 (Almeida *et al.*, 2021), com isso a mastite bovina impõe desafios significativos à pecuária leiteira, gerando prejuízos econômicos expressivos.

Entre os impactos estão a redução da produção, a perda de qualidade do leite o que acarreta penalizações no pagamento, e o descarte de leite contaminado por antibióticos. Em casos graves, pode haver comprometimento irreversível do tecido mamário, afetando a produtividade em lactações futuras e, em situações extremas, levando ao descarte do animal (Reis *et al.*, 2020).

A mastite pode ser classificada em clínica e subclínica, também possuindo diversas causas, entre elas a ambiental e a contagiosa, isso pode ser identificado de acordo com sinais apresentados pelos animais (Pereira *et al.*, 2019).

Algumas metodologias são empregadas para o diagnóstico da mastite, pode ser utilizados métodos tradicionais, como o California Mastitis Test (CMT), Contagem de Células Sômáticas (CCS) e cultura bacteriológica, também pode ser aplicado o uso de tecnologia emergente para fazer um diagnóstico precoce, como a termografia por infravermelho, a ozonioterapia intramamária e a terapia de pulso acústico, que possuem o objetivo de promover redução do uso de antimicrobianos e melhor manejo produtivo (Caliman *et al.*, 2023).

A termografia por infravermelho (IRT) tem se mostrado eficiente na identificação precoce de inflamações mamárias, ao detectar alterações de temperatura na superfície do úbere relacionadas à mastite. Estudos mostram que vacas afetadas apresentam um aumento médio de até 5 °C em comparação com animais saudáveis, com sensibilidade e especificidade em torno de 78% para a detecção da doença. (Zaninelli *et al.*, 2018).

A IRT, por ser um método rápido, não invasivo e de fácil aplicação em campo, constitui uma ferramenta promissora para o acompanhamento constante da saúde do úbere, apesar de ainda exigir padronização e controle das variáveis ambientais (Zaninelli *et al.*, 2018).

Outra tecnologia seguindo para o tratamento é a ozonioterapia, administrada por via intramamária, vem sendo investigada como uma opção ao uso de antibióticos no tratamento da mastite, em razão de suas características antimicrobianas, anti-inflamatórias e imunomoduladoras, além de não gerar resíduos no leite. Os ensaios mostram que a taxa de cura em vacas com mastite clínica pode chegar a 60%, além de uma melhora considerável em casos subclínicos, com diminuição da inflamação e custo menor do que os tratamentos tradicionais. No entanto, ainda são necessários estudos padronizados para determinar as concentrações ideais e os protocolos de aplicação seguros (Oliveira *et al.*, 2023).

Por outro lado, a terapia de pulso acústico (APT) emprega ondas mecânicas de baixa intensidade para promover a regeneração dos tecidos, diminuir inflamações e aprimorar a circulação local. Estudos indicam que a taxa de recuperação em vacas com mastite clínica ou subclínica varia entre 65% e 67%. (Leitner *et al.*, 2021).

Além disso, há um aumento na produção de leite e uma diminuição na demanda por antibióticos. Embora exija investimentos e treinamento para sua implementação prática nas propriedades leiteiras, a tecnologia surge como uma opção promissora para o manejo sustentável da mastite (Leitner *et al.*, 2021).

A prevenção da mastite bovina é um dos pilares fundamentais para garantir a produtividade, a rentabilidade e a qualidade do leite nas propriedades leiteiras. Uma estratégia preventiva bem estruturada é mais eficiente e econômica do que o tratamento dos casos clínicos, além de contribuir para o bem-estar animal e a redução do uso de antibióticos, alinhando-se às boas práticas de manejo e às exigências do mercado consumidor (Amorim *et al.*, 2021).

Assim, com o progresso dessas tecnologias, um novo panorama para o controle da mastite bovina se torna evidente, baseado em métodos mais precisos, sustentáveis e com menor impacto ambiental.

Este estudo tem como objetivo revisar a literatura científica sobre a causa da mastite, seus efeitos econômicos e, com foco especial, o uso de termografia por infravermelho, ozonioterapia e terapia de pulso acústico para diagnóstico precoce e tratamento da doença. Isso contribui para a saúde animal, melhora a qualidade do leite e torna a produção de leite mais sustentável.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, baseada em uma revisão bibliográfica ampla e estruturada, para reunir informações consistentes e atualizadas, foram consultadas as seguintes bases de dados: Google Acadêmico, PubMed e SciELO. As buscas abrangeram publicações disponibilizadas entre janeiro de 2016 e janeiro de 2024, utilizando combinações de palavras-chave como “bovine mastitis”, “milk quality”, “udder health” e “dairy cows”, de modo a selecionar trabalhos nacionais e internacionais, desde os fundamentos da enfermidade até os métodos modernos de diagnóstico e tratamento.

Após a busca inicial, os materiais encontrados foram selecionados com base em critérios de relevância, clareza metodológica e contribuição científica. Foram excluídos estudos que não apresentavam dados suficientes ou que não dialogavam diretamente com os objetivos da

pesquisa. Os trabalhos selecionados foram analisados de forma crítica, o que permitiu identificar os principais fatores associados à ocorrência da mastite, seus impactos produtivos e econômicos e a evolução das estratégias de manejo adotadas ao longo dos últimos anos.

A análise possibilitou compreender não apenas os aspectos técnicos da doença, mas também a realidade enfrentada pelos produtores, que lidam diariamente com os prejuízos decorrentes do diagnóstico tardio e das falhas de manejo. A revisão mostrou ainda o avanço de tecnologias como a termografia por infravermelho, a terapia de pulso acústico e a ozonioterapia, que vêm ganhando espaço por contribuírem para intervenções mais rápidas, precisas e sustentáveis.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MASTITE EM BOVINOS LEITEIROS

Trata-se de uma inflamação do tecido mamário provocada por diversas agressões, que podem ser de origem física, metabólica, alérgica, fisiológica ou patógenos infecciosos, caracteriza-se com a maior incidência as bactérias. Sendo que, uma das principais causas que contribuem para essa manifestação, é porque esses agentes possuem fatores de virulência diversos, pois os próprios microrganismos, na maioria das vezes, utilizam os próprios componentes do leite como base de alimentação, como as proteínas, gordura e lactose (Fonseca *et al.*, 2021).

A forma clínica é facilmente identificável, apresentando alterações visíveis no leite, como grumos, pus ou sangue, além de sinais inflamatórios no úbere, como aumento da temperatura, edema e sensibilidade (Amorim *et al.*, 2021). A inflamação pode afetar apenas um quarto mamário ou até os quatro simultaneamente. A mastite clínica é responsável por cerca de 30% das perdas na produção leiteira de um rebanho, representando um impacto significativo na produtividade. (Langoni *et al.*, 2017).

De acordo com a literatura a mastite clínica pode ser classificada em diferentes formas, incluindo aguda, subaguda, superaguda, crônica e gangrenosa. As infecções causadas por microrganismos ambientais, especialmente do grupo dos coliformes, estão comumente associadas aos quadros superagudos, que se caracterizam por intensa resposta inflamatória e pela manifestação de sinais sistêmicos, como febre e prostração. Nos casos agudos, os sinais sistêmicos são geralmente mais brandos, e a evolução do quadro clínico ocorre de maneira mais lenta em comparação aos casos superagudos (Ramos *et al.*, 2017).

Em contraste, a forma subclínica é silenciosa, caracterizando-se por alterações na composição do leite, como aumento na Contagem de Células Somáticas (CCS) e variações nos teores de cloro, sódio, caseína, lactose e gordura (Santos *et al.*, 2016).

A mastite contagiosa apresenta-se predominantemente na forma subclínica, sendo caracterizada pelo aumento da contagem de células somáticas (CCS) no leite e pela persistência prolongada da infecção. Os agentes etiológicos envolvidos nesses casos são, em sua maioria, microrganismos oportunistas que habitam a superfície da pele da glândula mamária e dos tetos, podendo causar infecção quando encontram condições favoráveis. A transmissão ocorre principalmente durante o processo de ordenha, por meio das mãos do ordenhador, pelo contato direto entre os animais ou ainda por teteiras mal higienizadas (Massote *et al.*, 2019).

Microrganismos do tipo estafilococos, *S. aureus* se destaca pela sua importância em saúde pública, pois é responsável por infecções graves e pela possibilidade de transmissão por meio do consumo de leite contaminado. Assim, esse agente é considerado um dos principais e mais relevantes causadores de mastite em rebanhos leiteiros (Oliveira *et al.*, 2019).

Por outro lado, a mastite ambiental é causada por microrganismos presentes no ambiente dos animais, como camas orgânicas e fezes, ocorrendo predominantemente na forma clínica e apresentando evolução rápida (Acosta *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016; Caliman *et al.*, 2023).

Conhecendo os diferentes tipos e características da mastite é de extrema importância a adoção de medidas preventivas que envolvem um conjunto de ações integradas, como a higiene rigorosa durante a ordenha, o uso adequado e regular do pré e pós-dipping, a manutenção correta dos equipamentos de ordenha e o manejo adequado do rebanho e do ambiente (Caliman *et al.*, 2023).

Além disso, o monitoramento constante da contagem de células somáticas e a realização de testes diagnósticos, como o CMT (California Mastitis Test), permitem a detecção precoce de casos subclínicos, evitando a disseminação de agentes infecciosos entre os animais.

Outro ponto essencial é a capacitação da equipe de ordenha e o acompanhamento técnico por profissionais especializados, garantindo a aplicação correta dos procedimentos e o controle contínuo da saúde do úbere. Assim, uma prevenção bem conduzida reduz significativamente a incidência de mastite, melhora a qualidade do leite produzido e assegura maior sustentabilidade à atividade leiteira (Blum *et al.*, 2023. Khan *et al.*, 2021).

Dentre os diversos impactos financeiros associados à mastite, o descarte do leite seja devido ao cumprimento do período de carência exigido após a administração de antibióticos, seja por alterações nos parâmetros de qualidade, como um dos maiores prejuízos dentro da

cadeia produtiva do leite, sendo superado apenas pelo descarte definitivo de animais (Maiocchi *et al.*, 2019).

De acordo com (Demeu *et al.*, 2016), é fundamental a análise da produtividade individual dos animais, como o volume de leite produzido por vaca, a fim de subsidiar a tomada de decisões estratégicas na propriedade. Tal indicador possui influência direta na rentabilidade da atividade leiteira.

Apesar da importância desses dados, o Brasil ainda carece de estatísticas oficiais acerca da produtividade individual dos animais. Contudo, estimativas apontam que as perdas econômicas decorrentes da mastite podem alcançar até 10% do faturamento das propriedades leiteiras (Neiva *et al.*, 2018). Em âmbito internacional, estudos apontam que, nos Estados Unidos, as perdas chegam a aproximadamente 2 bilhões de dólares anuais, considerando a redução na produção, os custos com tratamentos veterinários, medicamentos, e o descarte de leite e animais.

De acordo com Stock *et al.*, (2019), entre os anos de 2015 e 2016, o mercado internacional de produtos lácteos sofreu retração, voltando a apresentar sinais de recuperação apenas em 2017. As médias de preços internacionais, já convertidas para o real e corrigidas pela inflação, situavam-se em torno de R\$ 1,10 por litro. Para o ano de 2018, as estimativas indicavam valores entre R\$ 1,15/L e R\$ 1,18/L.

Quando comparados à média nacional de pagamento ao produtor no Brasil, que era de aproximadamente R\$ 1,30/L, os valores internacionais apresentavam-se cerca de 19% inferiores. Apesar dessa vantagem aparente no mercado interno, a produção de leite demonstrava tendência de queda tanto em nível nacional quanto internacional. Um exemplo é a Argentina, onde observou-se uma redução de aproximadamente 3% na produção leiteira (Stock *et al.*, 2019).

No contexto brasileiro, embora tenha ocorrido uma diminuição na produção total, verificou-se um aumento na produtividade individual por animal, com uma taxa média de crescimento anual de 4,4%. Esse incremento pode ser atribuído, principalmente, aos investimentos realizados pelos produtores em melhoramento genético e em práticas voltadas à melhoria da saúde do rebanho (Stock *et al.*, 2019).

3.2 MÉTODOS TRADICIONAIS DE DIAGNÓSTICO DA MASTITE

Algumas metodologias são empregues para o diagnóstico da mastite. Essa etapa é dividida em partes fundamentais, para se obter resultados satisfatórios. Normalmente, o Médico Veterinário inicia com a primeira etapa que é o exame físico, onde é feita inspeção e palpação

do úbere e também pode ser feito exame físico geral avaliando todo o animal. Em seguida, opta-se pela realização de exames complementares que avaliam não só o animal como também o leite (Amorim *et al.*, 2021).

3.2.1 Teste de caneca de fundo preto

O teste da caneca de fundo preto ou teladas são utilizadas para observar alterações no leite, como a presença de grumos ou até mesmo sangue no leite depositado (Imagem 1).

Imagem 1 – Teste de caneca de fundo preto com presença de grumos no leite (Santos *et al.*, 2016).



Fonte: Arquivo pessoal.

3.2.2 California Mastitis Teste (CMT)

O California Mastitis Test (CMT) é considerado um teste importante no diagnóstico da mastite subclínica (Imagem 2). É um teste indireto, que indica a enfermidade através da CCS no leite. O teste baseia-se na ação de um detergente aniônico capaz de romper as membranas das células somáticas presentes no leite, liberando o RNA contido em seu interior. Ao entrar em contato com o reagente, esse material forma um gel na bandeja onde o teste é conduzido. O grau de viscosidade desse gel varia de acordo com a quantidade de células somáticas na amostra de leite quanto maior a concentração celular, mais espessa será a consistência obtida (Massote *et al.*, 2019).

Imagem 2 – Teste de California Mastitis Test positivo, apresentando viscosidade.



Fonte: Arquivo pessoal.

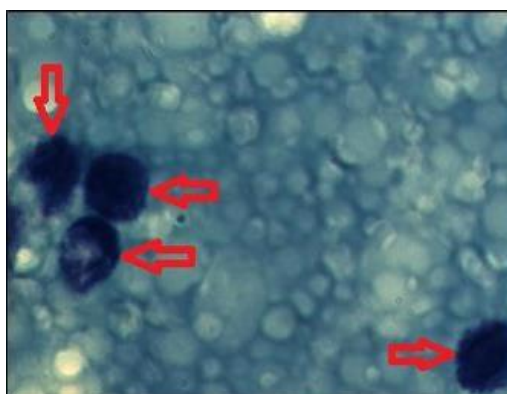
3.2.3 Contagem de Células Somáticas (CCS)

A Contagem de Células Somáticas (CCS) é realizada em laboratórios da Rede Brasileira da Qualidade do Leite (RBQL), o teste constitui um excelente indicador da ocorrência de mastite subclínica nas propriedades leiteiras. Funciona como uma ferramenta de monitoramento para os produtores, permitindo, a partir de seus resultados, a adoção de estratégias de controle e tratamento (Imagem 3) (Caliman *et al.*, 2023).

No Brasil o limite legal de acordo com o MAPA nº76/2018, CCS máxima permitida no leite cru refrigerado é de <500.000 células somáticas/mL, considera-se a média geométrica trimestral das análises (Brasil *et al.*, 2018).

Dessa forma, contribui para a manutenção da qualidade do leite e para a redução de perdas econômicas na produção. O leite de um quarto não infectado apresenta CCS menor que 100.000 cel./mL, enquanto a CCS de um quarto infectado é geralmente superior a 200.000 cel./mL, o que indica a ocorrência de mastite subclínica (Caliman *et al.*, 2023).

Imagem 3 - Células somáticas em leite de búfala.



Fonte: Ramos, 2019.

3.2.4 Cultura microbiológica

Reconhecida como o método diagnóstico definitivo para a mastite, a cultura microbiológica associada ao antibiograma possui grande relevância tanto para a identificação do agente etiológico quanto para a definição do tratamento adequado (Imagem 4). Por meio desse exame, é possível isolar e identificar o microrganismo responsável pela inflamação da glândula mamária, enquanto o antibiograma determina o perfil de sensibilidade e resistência do patógeno aos antimicrobianos testados.

Esse procedimento representa uma etapa fundamental para o sucesso terapêutico no controle da mastite, uma vez que fornece subsídios ao Médico-Veterinário na escolha do fármaco mais eficaz para o tratamento. Além disso, em casos de prognóstico desfavorável, os resultados podem orientar a decisão pelo descarte do animal afetado (Maiochi *et al.*, 2019).

Imagem 4 – Crescimento de colônias bacterianas no meio de cultura contendo amostra de leite.



Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 TECNOLOGIAS APLICADAS DE DIAGNÓSTICO PRECOCE

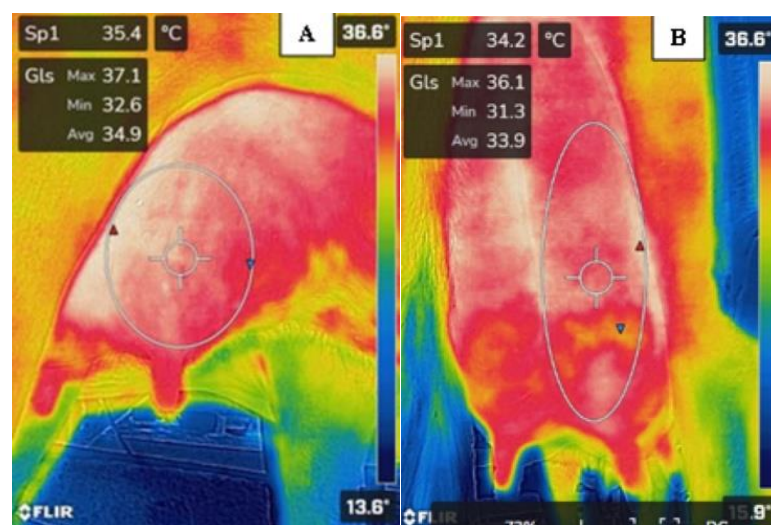
Um programa eficaz de controle da mastite requer a identificação precoce da inflamação, o que se torna possível mediante a compreensão da patogênese da doença, o desenvolvimento e a aplicação de testes de triagem com elevada sensibilidade. Essa abordagem deve necessariamente incluir o uso criterioso de agentes antimicrobianos, com o objetivo de reduzir os riscos associados à presença de resíduos de antibióticos no leite e à emergência de resistência bacteriana. Antes do início de qualquer intervenção terapêutica, torna-se imprescindível a identificação da etiologia da inflamação mamária (Khan *et al.*, 2021).

3.3.1 Termografia por infravermelho

A termografia por infravermelho é uma técnica que vem sendo aplicada no diagnóstico de processos inflamatórios, tanto na medicina humana quanto na veterinária (Imagem 5). Baseia-se no princípio de que todos os corpos que contêm matéria emitem radiação infravermelha, cuja intensidade é proporcional à sua temperatura (Imagem 6). Essa radiação é capturada em um termograma, que representa o gradiente térmico por meio de um padrão de cores (Ribeiro *et al.*, 2023).

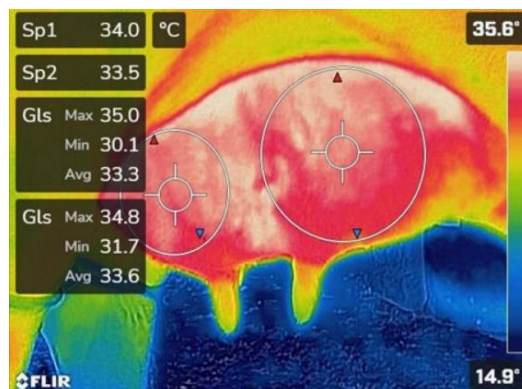
Esse método não invasivo permite a medição do calor irradiado pela pele, refletindo a circulação subcutânea e o metabolismo dos tecidos. Em situações de dor, inchaço e hipertermia, que são características iniciais de inflamações e infecções, a temperatura da superfície cutânea pode indicar o metabolismo subjacente do tecido afetado e o fluxo sanguíneo (Rodríguez *et al.*, 2018).

Imagem 5 – Imagem da câmera de termografia por infravermelho de vacas Jersey. A: vista lateral, B: vista posterior. Cor azul = temperaturas menores; amarelo e verde = intermediárias; vermelho = temperaturas maiores; escala de temperatura disposta na lateral direita



Fonte: Ribeiro *et al.*, 2023.

Imagem 6. Imagem da câmera de termografia por infravermelho de vacas Girolando. Cor azul = temperaturas menores; amarelo e verde = intermediárias; vermelho = temperaturas maiores; escala de temperatura disposta na lateral direita.



Fonte: Ribeiro *et al.*, 2023.

A termografia é altamente sensível, simples e eficaz para detectar variações na temperatura da superfície da pele, apresentando essas informações em forma de imagens que são úteis para o diagnóstico de inflamações na glândula mamária, utilizando um equipamento portátil e não invasivo. Além disso, a técnica oferece praticidade, precisão e rapidez na coleta de dados, sem a necessidade de contenção dos animais, podendo ser aplicada fora do ambiente de ordenha (Ribeiro *et al.*, 2023).

À medida que a pontuação do teste de CMT aumenta, a temperatura da superfície da pele dos quartos também se elevava linearmente. Vacas Pardo-Suíças com mastite subclínica apresentaram temperaturas $2,35^{\circ}\text{C}$ superiores às saudáveis. Vacas Girolando apresentaram temperaturas médias de $33,2 \pm 0,67^{\circ}\text{C}$ e $34,64 \pm 1,07^{\circ}\text{C}$ em quartos com mastite subclínica, em contraste com $29,3 \pm 1,78^{\circ}\text{C}$ e $31,58^{\circ}\text{C} \pm 0,62$ em saudáveis. Em comparação, a temperatura da superfície do úbere em vacas com mastite clínica variou entre $34,0$ e $37,5^{\circ}\text{C}$, indicando que a resposta térmica pode diferir entre raças (Ribeiro *et al.*, 2023).

3.4 TRATAMENTO USANDO A TECNOLOGIA E CONTROLE DA MASTITE

3.4.1 Terapia de Pulso Acústico (APT)

A terapia de pulso acústico (APT) foi recentemente adaptada para o tratamento de mastite em vacas leiteiras (Imagem 7, 8, 9 e 10). Este método utiliza colisões repetidas de projéteis com uma bigorna conectada à cabeça de tratamento, gerando ondas de choque de baixa intensidade, conhecidas como pulsos acústicos. Essas ondas são transferidas de maneira não invasiva para os tecidos da glândula mamária afetada. O principal objetivo do tratamento com APT é ativar os mecanismos de autocura do organismo, promovendo a reparação de tecidos danificados (Blum *et al.*, 2023).

Imagem 7 - Tecnologia de pulso acústico em uso no úbere de uma vaca.



Fonte: Arménta, 2020.

Imagem 8 – (A): Um diagrama esquemático do APT X, um dispositivo portátil de tecnologia de pulso acústico (APT) (Armenta Ltd. Ra'anana, Israel) mostrando os projéteis-alvo das ondas de choque ao tratar os tecidos do úbere da vaca. (B): Dispositivo de Tecnologia de Pulso Acústico (APT)—X em uso na sala de ordenha.



(A)



(B)

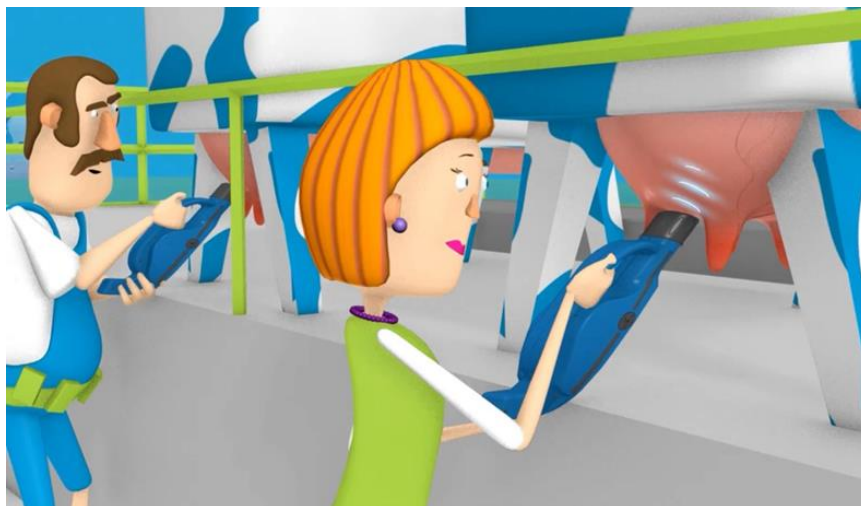
Fonte: Leitner *et al.*, 2021.

Imagem 9 – Equipamento Arménta APT X portátil de tecnologia de pulso acústico.



Fonte: Arménta, 2020.

Imagem 10 – Dispositivo de tecnologia de pulso acústico APT X em uso na sala de ordenha.



Fonte: Arménta, 2020.

No contexto da mastite, a APT tem como foco principal a recuperação da glândula mamária, buscando reduzir a contagem de células somáticas (CSC) para níveis normais, ou seja, abaixo de 250.000/mL, em um período de dias ou semanas, sem causar uma diminuição significativa na produção de leite (inferior a 10%) em pelo menos duas das três medições mensais subsequentes (Blum *et al.*, 2023).

A principal vantagem do novo dispositivo tecnológico de APT em relação aos antibióticos é que não há necessidade de realizar diagnósticos bacterianos, incluindo testes de sensibilidade, uso de medicamentos e, sobretudo, redução da quantidade de leite não comercializável devido a resíduos de antibióticos. Os mecanismos de ação dos antibióticos e da APT variam. Os medicamentos agem para destruir e/ou impedir o crescimento das bactérias, possibilitando que as células do sistema imunológico removam os microrganismos, porém sem auxiliar na recuperação do tecido danificado (Leitner *et al.*, 2018).

Por outro lado, o tratamento com APT visa estimular a angiogênese e melhorar as respostas anti-inflamatórias nos tecidos mamários. Dessa forma, além de estimular as células do sistema imunológico, promove uma recuperação mais rápida do tecido glandular regenerado. A terapia por pulsos acústicos (APT) proporciona uma alternativa para tratar a mastite subclínica durante a lactação, potencializando a produção de leite e melhorando sua qualidade (Leitner *et al.*, 2018).

3.4.2 Ozonioterapia

O ozônio é um gás constituído por três átomos de oxigênio, notado e estudado por suas propriedades oxigenadoras, catalíticas e germicidas, responsáveis por seus efeitos econômicos,

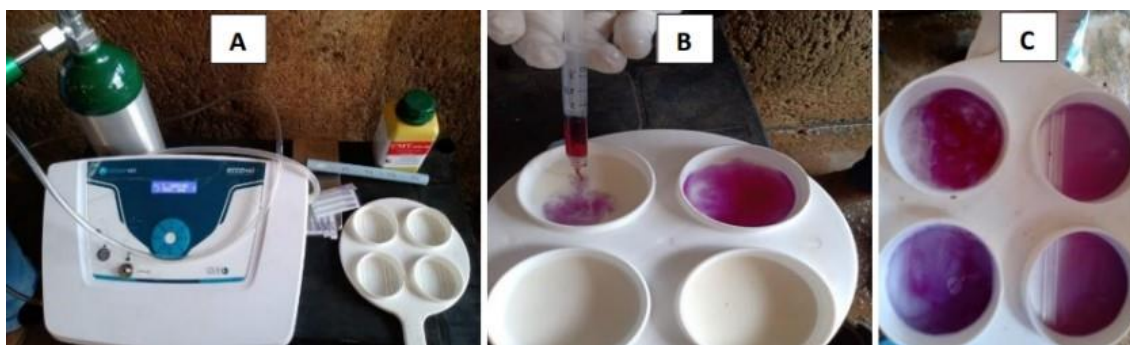
preventivos e imunoestimuladores, atuando contra bactérias, fungos e vírus (Imagem 11) (Arévalo *et al.*, 2021).

Estudos indicam que o tratamento intramamário com ozônio apresenta eficácia favorável em até 60% das vacas com mastite aguda, a terapia com ozônio é uma alternativa eficaz, rápida e econômica para o tratamento da mastite clínica e subclínica, assim, apresentando alternativas menos invasivas e com uma taxa de recuperação positiva (Arévalo *et al.*, 2021; Fuentes *et al.*, 2022).

Com isto, a aplicação do ozônio no tratamento da mastite representa benefícios e avanços significativos para a indústria leiteira, ao limitar a exposição de animais a antibióticos e, consequentemente, a ocorrência de resistência bacteriana. Além disso, do ponto de vista econômico, oferece vantagens aos produtores, que diminuem as despesas com medicamentos, e à indústria de laticínios, que minimizam prejuízos relacionados ao descarte de leite contaminado por antibióticos ou à menor durabilidade dos derivados dos produtos devido ao elevado número de células somáticas (Arévalo *et al.*, 2021.)

Depois de aplicado, o ozônio ajuda a melhorar a oxigenação e o metabolismo celular, facilitando a remoção de toxinas resultantes do catabolismo e ajudando na regulação do sistema imunológico, inclusive por meio de efeitos imunomoduladores (Rodríguez *et al.*, 2017). Esse gás, com seu alto poder oxigenante, superior ao do oxigênio molecular, ativa os sistemas enzimáticos protetores, causa um leve aumento na pressão arterial e melhora as propriedades reológicas do sangue. Como resultado, os eritrócitos distribuem mais oxigênio, o que melhora a microcirculação e a oxigenação dos tecidos, acelerando a regeneração e a cicatrização (Wang *et al.*, 2018).

Imagem 11 – A – Material utilizado para o tratamento de mastite em vacas leiteiras. B – Adição do reagente ao leite no teste CMT. C – Leitura do CMT ++



Fonte: Oliveira *et al.*, 2023.

3.5 RESULTADOS EXPERIMENTAIS COM O USO

3.5.1 Termografia por infravermelho

O estudo de Machado *et al.*, (2021) foi conduzido em uma fazenda comercial de gado leiteiro em Russas, Ceará, uma área semiárida no Nordeste brasileiro, com o propósito de analisar a eficácia da termografia por infravermelho (IRT) como instrumento para o diagnóstico precoce de mastite bovina.

Utilizou-se um total de 28 vacas mestiças ($\frac{3}{4}$ holandês $\times$ $\frac{1}{4}$ Gir), com peso corporal médio de 450 ± 32 kg, 170 ± 8 dias de lactação e produção média diária de 18 ± 3 litros de leite. No começo do experimento, que teve duração de 45 dias, sendo 15 dias para adaptação e 30 dias para coleta de dados, todos os animais apresentavam boa saúde clínica (Machado *et al.*, 2021).

Ao longo do experimento, o índice de temperatura e umidade (THI) interno variou entre 75 e 80, ultrapassando o limite de conforto térmico de 68 para vacas leiteiras. Isso indica que as condições de estresse térmico foram moderadas a severas. A elevada entalpia registrada no galpão está associada às particularidades do clima semiárido brasileiro, marcado por altas temperaturas e baixa umidade relativa (Machado *et al.*, 2021).

As imagens térmicas foram capturadas duas vezes por dia, de manhã e à tarde, usando câmeras Fluke® TiS10 calibradas com emissividade de 0,98, a uma distância constante de 1 metro do úbere. Durante o período experimental, as regiões anteriores direita (RFUT), anterior esquerda (LFUT) e posterior (RUT) do úbere foram analisadas, com uma média de 60 imagens capturadas por animal (Machado *et al.*, 2021).

As imagens foram analisadas com o auxílio do software SmartView 4.3, o qual possibilitou a obtenção das temperaturas médias de cada área. As amostras de leite foram coletadas antes da ordenha e analisadas por meio da citometria de fluxo para determinar a contagem de células somáticas (CCS), considerada padrão para a detecção de mastite (Machado *et al.*, 2021).

Os resultados indicam que a termografia infravermelha é uma ferramenta promissora, não invasiva, rápida e utilizável em campo, sendo capaz de detectar mudanças térmicas relacionadas à mastite, particularmente nas áreas anteriores do úbere. A aplicação da IRT pode promover o bem-estar dos animais, diminuir os custos econômicos relacionados a problemas de saúde mamária e possibilitar o monitoramento constante em sistemas de produção em áreas semiáridas (Machado *et al.*, 2021).

A pesquisa conduzida por Gayathri *et al.*, 2024, na Índia analisou a aplicação da termografia infravermelha para identificar mastite em vacas Holstein-Frísia mestiças (HFCB)

no ICAR-NDRI, na Índia. As temperaturas do úbere, dos tetos e do tubo de ordenha curto (SMT) foram monitoradas e correlacionadas com o CMT e a contagem de células somáticas (SCC).

Em comparação com vacas saudáveis, vacas com mastite subclínica e clínica mostraram elevações consideráveis na temperatura (1–8 °C), variando conforme a estação e a fase da ordenha. Os resultados indicaram que a termografia é uma ferramenta sensível, não invasiva e eficiente para a detecção precoce de mastite, contribuindo para o manejo e o bem-estar dos animais (Gayathri *et al.*, 2024).

3.5.2 Terapia de Pulso Acústico (APT)

No estudo de Leitner *et al.*, (2021), foi conduzido com vacas da raça Israelense-Holandesa, entre a primeira e a quinta lactação, provenientes de sete fazendas leiteiras, totalizando 236 animais diagnosticados com mastite clínica ou subclínica ($CCS > 400 \times 10^3$ células/mL). As vacas foram ordenhadas três vezes ao dia (Gráfico 1).

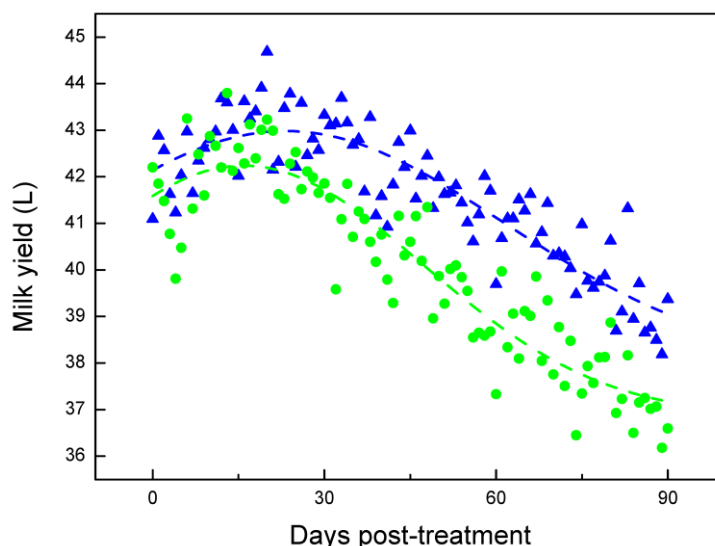
Os animais foram emparelhados de acordo com a natureza da inflamação (clínica ou subclínica), número de lactações, dias em lactação (DIM), produção de leite (MY) e valores de CCS. Em seguida, foram distribuídos de forma aleatória entre os grupos experimentais: APT (tratamento com tecnologia de pulso acústico), NT (grupo controle sem tratamento) e AB (tratamento com antibióticos) (Leitner *et al.*, 2021).

O protocolo de APT consistiu em três sessões realizadas com um intervalo de três dias, cada uma com 400 pulsos (~3 Hz, 2,5 minutos) direcionados às áreas mamárias afetadas. O grupo antibiótico foi submetido a tratamento intramuscular com Gentaject 50 ou infusão intramamária com Ubrolexin durante três dias seguidos (Leitner *et al.*, 2021).

Na mastite subclínica, foram avaliadas 118 vacas, sendo 59 em cada grupo (APT e NT). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em relação ao número de lactações, DIM, produção de leite e CCS inicial (Leitner *et al.*, 2021).

Após um período de 90 dias, no grupo controle (NT), registrou-se o sacrifício de três vacas (5,1%) em decorrência de casos de mastite, enquanto quatro (6,8%) apresentaram glândulas mamárias secas. Por outro lado, não houve necessidade de descarte glandular de vacas tratadas com APT, que permaneceram no rebanho. A taxa de recuperação foi consideravelmente mais alta no grupo APT (65,5%) em comparação com o grupo NT (35,6%) (Leitner *et al.*, 2021).

Gráfico 1 – Média da produção diária de leite (PM) individual de vacas com mastite subclínica sob tratamento com tecnologia de pulso acústico (TPA) (Azul) ou sem tratamento (NT) como controle (Verde). A linha de tendência para PM foi significativamente maior no grupo TPA vs. NT.



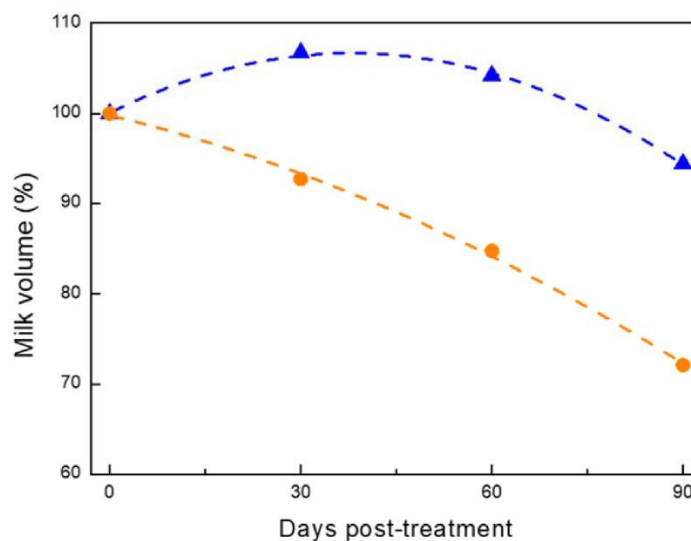
Fonte: Leitner *et al.*, 2021.

Esses resultados indicam que a tecnologia de pulso acústico é eficaz na diminuição da inflamação e na recuperação da função glandular. O estímulo mecânico das ondas acústicas aparenta favorecer efeitos anti-inflamatórios e regenerativos, segundo Wang (2018), por meio da intensificação da angiogênese, oxigenação e reparo dos tecidos locais (Leitner *et al.*, 2021).

No grupo de mastite clínica, 29 vacas foram tratadas com APT ou antibióticos (AB). A recuperação foi avaliada com base na eliminação bacteriana, redução do CCS e retomada da produção leiteira ao nível pré-infecção. Os resultados indicaram que as vacas submetidas ao APT exibiram uma taxa de cura bacteriana mais elevada, uma redução do CCS mais rápida e um retorno à produção normal de leite mais precoce em comparação com as vacas tratadas com antibióticos (Leitner *et al.*, 2021).

Ademais, o grupo APT apresentou uma taxa de descarte mais baixa, indicando uma recuperação funcional da glândula mamária mais eficaz (Gráfico 2) (Leitner *et al.*, 2021).

Gráfico 2 – Alterações no volume de leite somado ordenhado no tanque de volume no tratamento (tempo 0; 100%) e 30, 60 e 90 dias após o tratamento de vacas com mastite clínica tratadas com tecnologia de pulso acústico (APT; Azul) vs. antibióticos (AB; Amarelo).



Fonte: Leitner *et al.*, 2021.

A terapia acústica (APT) é uma opção promissora em comparação com a antibioticoterapia convencional no tratamento da mastite clínica, oferecendo benefícios como tempo de recuperação mais curto, eliminação de resíduos químicos no leite e diminuição da resistência bacteriana (Arévalo *et al.*, 2021).

No estudo de Blum *et al.*, (2023), avaliaram a eficácia do tratamento APT em 129 vacas leiteiras israelenses com mastite, analisando as taxas de cura e recuperação. Um diagnóstico exato de mastite suspeita ou confirmada foi realizado com base em vacas que apresentavam sinais clínicos de mastite e/ou contagem de células somáticas superior a 400.000 células/mL.

As vacas foram classificadas em três grupos: Grupo 1 (n = 29), vacas sem presença de bactérias; Grupo 2 (n = 82), vacas apresentando sinais clínicos de mastite ou CCS >400.000 células/mL no teste mais recente; e Grupo 3 (n = 18), vacas com mastite crônica (dois ou mais testes com CCS >400.000 células/mL em um período de 3 meses) (Blum *et al.*, 2023).

No Grupo 2, as taxas de cura e recuperação foram de 67,1% e 64,6%, respectivamente, sem diferenças significativas entre infecções por Gram-negativos e Gram-positivos. Em vacas sem nenhum achado bacteriano (NBF), observou-se uma taxa de recuperação comparável. Entretanto, em vacas com mastite crônica, as taxas de cura e recuperação foram consideravelmente mais baixas, atingindo apenas 22,2% e 27,8%, respectivamente (Blum *et al.*, 2023).

3.5.3 Ozonioterapia

O estudo de Oliveira *et al.*, (2023), foi realizado em um rebanho de 30 vacas das raças Gir, Girolando e Holandesa. O diagnóstico da mastite bovina foi feito utilizando o teste da

caneca de fundo escuro e o teste de mastite da Califórnia (CMT), realizados em todas as vacas em lactação. Animais com mastite clínica ou subclínica positiva foram escolhidos para o estudo e categorizados de acordo com o nível de inflamação, com base na intensidade da reação no CMT.

O tratamento foi conduzido com um gerador de ozônio Eccovet®, ligado a um cilindro de oxigênio medicinal. Esse equipamento produz ozônio (O_3) a partir de uma descarga elétrica sobre o gás oxigênio (O_2) (Nascente *et al.*, 2019). A terapia envolveu a aplicação intramamária de uma solução fisiológica ozonizada, obtida por borbulhamento, seguida da insuflação intramamária de gás ozônio.

Foram empregues 500 mL de solução fisiológica ozonizada em cada quarto mamário, com uma concentração de 40 $\mu\text{g/mL}$ e um fluxo de 0,5 mg/min por 20 minutos. Em seguida, aplicou-se 100 mL de gás ozônio intramamário, mantendo a mesma concentração e o mesmo fluxo por cinco minutos. O procedimento foi realizado novamente a cada 24 horas, de acordo com a continuidade dos sinais clínicos e resultados do CMT (Oliveira *et al.*, 2023).

Simultaneamente, moxabustão foi aplicada no quarto mamário afetado, usando bastões de *Artemisia sinensis* e *Artemisia vulgaris*, com a finalidade de estimular a circulação sanguínea, favorecer a liberação de citocinas anti-inflamatórias e intensificar o efeito terapêutico do ozôniomastite subclínica. Esses efeitos resultaram na negatificação do teste CMT e no desaparecimento dos sinais clínicos 24 horas após a primeira aplicação (Oliveira *et al.*, 2023).

Imagem 12. A – Aplicação do gás ozônio intramamário após a lavagem com solução fisiológica ozonizada. B – Aplicação do gás ozônio. C – Teste CMT ++.



Fonte: Oliveira *et al.*, 2023.

As vacas com mastite clínica também mostraram uma melhora significativa, com diminuição da dor, rubor, calor e presença de grumos no leite, progredindo para o quadro subclínico após a segunda aplicação (Oliveira *et al.*, 2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura, evidencia a importância da mastite na pecuária leiteira, tanto do ponto de vista produtivo quanto econômico. A enfermidade compromete diretamente a qualidade e a quantidade do leite produzido, além de acarretar prejuízos financeiros relacionados ao descarte de leite contaminado, aos tratamentos veterinários e, em casos graves, à perda do animal.

O estudo busca reunir e analisar as estratégias eficazes para o controle e prevenção da mastite, destacando o papel fundamental do manejo adequado, das práticas de biossegurança e das intervenções terapêuticas no enfrentamento da doença. Também ficou evidente que a detecção precoce, aliada ao monitoramento contínuo da saúde do rebanho, é essencial para reduzir a incidência da enfermidade.

Ferramentas tradicionais e modernas de diagnóstico mostram-se indispensáveis para a manutenção da qualidade do leite e a sustentabilidade da atividade leiteira. A utilização de tecnologias emergentes como a termografia por infravermelho, terapia de pulso acústico e ozonioterapia, demonstram potencial para complementar e aprimorar as estratégias de manejo.

Apesar de se ter resultados promissores, ainda há necessidade de padronização metodológica, consolidação de evidências científicas e ampliação do número de ensaios clínicos. Pois as utilizações dessas tecnologias contribuem por reduzir o uso de antimicrobianos e minimizar o risco de resíduos no leite.

Dessa forma, este trabalho fortalece o conhecimento técnico e científico sobre a mastite, promovendo uma produção mais segura, eficiente e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- Acosta, A. C.; SILVA, L. B. G.; MEDEIROS, E. S.; PINHEIRO-JÚNIOR, J. W.; MOTA, R. A. **Mastites em ruminantes no Brasil**. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 36, n. 7, p. 565-573, jul. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000700001>>. Acesso em: mar. 2025.
- Almeida, M.; PIAIA, N.; BALDO, W. G; FAVERO, J. F. **Principais agentes causadores de mastite clínica e subclínica em vacas leiteiras da região Oeste de Santa Catarina**. PubVet, v. 15, n. 11, a959, p. 1-9, nov. 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/379489166_Principais_agentes_causadores_de_mastite_clinica_e_subclinica_em_vacas_leiteiras_da_regiao_Oeste_de_Santa_CatarinaMain_agents_that_cause_mastitis_in_dairy_cattle_in_the_western_region_of_Santa_Catarina>. Acesso em: mar. 2025.
- Amorim, A. V. C.; SANT'ANA, D. S. **Mastite bovina: reflexões sobre controle e prevenção**. Scientia Generalis, Patos de Minas, v. 2, n. 2, p. 208-216, 2021. Disponível em: <<https://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/198>>. Acesso em: mar. 2025.
- Arévalo, Esther Abihail Fuentes; SILVA, Davi Francisco da; GRABOSCHII, Amanda Caroline Gomes; BRITO, Juan Vitor Santos; ESCODRO, Pierre Barnabé. **Ozonioterapia na prevenção e terapêutica da mastite em vacas leiteiras: revisão de literatura**. Universidade Federal de Alagoas, 2021.
- Armenta APT-X: **Acoustic Pulse Technology for Mastitis Treatment in Dairy Cows**. [S.l.]: Armenta, 2020 2 p. Disponível em: https://armentavet.com/wp-content/uploads/2020/10/Armenta_Insert_APT-X_Oct20-3.pdf
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n76, de 26 de novembro de 2018**. Regulamento técnico de identidade e qualidade do leite cru refrigerado. Diário oficial da união, Brasília, 2018.
- Blum, S. E., Krifuks, O., Weisblith, L., Fleker, M., Lavon, Y., Zuckerman, A., Hefer, Y., Goldhor, O., Gilad, D., Scholnic, T., & Leitner, G. (2023). **Evaluation of acoustic pulse technology as a non-antibiotic therapy for bovine intramammary infections: Assessing bacterial cure vs. recovery from inflammation**. Frontiers in Veterinary Science, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1079269>
- Caliman, M. F.; GASPAROTTO, P. H. G.; RIBEIRO, L. F. **Principais impactos da mastite bovina: revisão de literatura**. Getec, v.12, n.37, p.91-102/2023. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2963>>. Acesso em: mar. 2025.

Coelho, K. O.; BRANDÃO, L. M.; BUENO, C. P.; MELO, C. S.; NETO, O. J. da S. **Níveis de células somáticas sobre o perfil físico-químico do leite em pó integral.** *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, Goiânia, v. 17, n. 4, p. 534–539, 2016. DOI: 10.1590/1089-6891v17i417203. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/vet/article/view/17203>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

Demeu, F. A., Lopes, M. A., Costa, G. M., Rocha, C. M. B. M., & Santos, G. (2016). **Efeito da produtividade diária de leite no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos.** *Boletim de Indústria Animal*, 73(1), 53–61.

Fonseca, M. E. B.; MOURÃO, A. M.; CHAGAS, J. D. R.; ÁVILA, L. M.; MARQUES, T. L. P.; BAETA, B. A.; MORAES, R. F. F.; ROIER, E. C. R. **Mastite bovina: revisão.** *PubVet*, v. 15, n. 02, a743, p. 1-18, fev. 2021. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/566>>. Acesso em: abr. 2025.

Fuentes, E. A.; SILVA, D. F.; JOAQUIM, J. G. F.; FRAGA, A. B.; ESCODRO, P. B. Uso de ozônio na terapêutica de mastite bovina: relato de caso. *PUBVET*, v. 16, n. 3, p. 1-10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n03a1066.1-10>

Gayathri, S. L.; Brakatb, M.; Mohanty, T. K. **Avaliação de mastite sazonal em vacas mestiças Holstein-Frísia usando termografia infravermelha.** *Journal of Dairy Science and Technology*, v. [informar volume], p. 1574–1591, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2416065>. Acesso em: 12 out. 2025.

Khan, S.; DHAMA, K.; TIWARI, R.; GUGJOO, M. B.; YATOO, M. I.; PATEL, S. K.; PATHAK, M.; KARTHIK, K.; KHURANA, S. K.; SINGH, R.; PUVVALA, B.; AMARPAL; SINGH, R.; SINGH, K. P.; CHAICUMPA, W. **Advances in therapeutic and managerial approaches of bovine mastitis: a comprehensive review.** *Veterinary Quarterly*, v. 41, n. 1, p. 107–136, 2021. DOI: 10.1080/01652176.2021.1882713. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33509059/>>. Acesso em: abr. 2025.

Langoni, H., Salina, A., Oliveira, G. C., Junqueira, N. B., Menozzi, B. D., & Joaquim, S. F. (2017). **Considerações sobre o tratamento das mastites.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(11), 1261–1269. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017001100011>

Leitner G, Zilberman D, Papirov E, Shefy S (2018) **Assessment of acoustic pulse therapy (APT), a non-antibiotic treatment for dairy cows with clinical and subclinical mastitis.** *PLoS ONE* 13 (7): e0199195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199195>

Leitner, G.; Papirov, E.; Gilad, D.; Haran, D.; Arkin, O.; Zuckerman, A.; Lavon, Y. **New Treatment Option for Clinical and Subclinical Mastitis in Dairy Cows Using Acoustic Pulse Technology (APT).** *Dairy* 2021, <https://doi.org/10.3390/dairy2020022>

Machado NAF, Da Costa LBS, Barbosa-Filho JAD, De Oliveira KPL, De Sampaio LC, Peixoto MSM, Damasceno FA. **Using infrared thermography to detect subclinical mastitis in dairy cows in compost barn systems.** J Therm Biol. 2021 Apr;97:102881. doi: 10.1016/j.jtherbio.2021.102881. Epub 2021 Feb 25. PMID: 33863445.

Maiocchi, R., Rodrigues, R., & Wosiacki, S. (2019). **Principais métodos de detecção de mastites clínicas e subclínicas de bovinos.** Enciclopédia Biosfera, 16(29), 1237–1251. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019A104

Massote, V. P.; ZANATELI, B. M.; ALVES, G.V.; GONÇALVES, E.S. & GUEDES, E. **Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura.** Revista Agroveterinária Do Sul de Minas, 1(1), 41–54. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unis.edu.br/agrovetsulminas/article/view/265>>. Acesso em: abr. 2025.

Nascente E, Chagas S, Cândido Pessoa A, Matos M, Andrade MA, Pascoal L. **Potencial antimicrobiano do ozônio: aplicações e perspectivas em medicina veterinária.** 2019 Pubvet Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/766>.

Neiva, R. (2018). **Nanotecnologia: trata mastite e muito mais.** Anuário Leite, São Paulo, 72–73.

Oliveira, G. C.; JOAQUIM, S. F.; JUNQUEIRA, N. B.; SALINA, A.; MENOZZI, B. D.; DELANEZI, F.M.; VASCONCELOS, C. G. C.; & LANGONI, H. **Perfil microbiológico de Streptococcus spp. Como agentes causadores de mastites clínicas em diversas regiões do Brasil.** Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia Do CRMV-SP, 14(3), 74. 2016. Disponível em: <<https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/34850>>. Acesso em: abr. 2025.

Oliveira, J. M., Costa, M. D. M. M., Lopes, J. C. S., & Brito, G. F. (2023). **Ozonioterapia no tratamento de mastite clínica e subclínica em bovinos de leite.** Pubvet, 17(11), e1481. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n11e1481>

Oliveira, S. C. C.; NISHI, L.; MANTOVANI, D.; MATEUS, G. A. P.; SANTOS, T. R. T.; BAPTISTA, A. T. A.; GOMES, R. G.; & BERGAMASCO, R. **Extratos de plantas brasileiras no controle da bactéria Staphylococcus aureus causadora da mastite contagiosa em bovinos leiteiros.** Revista Tecnológica, 27(1), 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/43745>>. Acesso em: abr. 2025.

Pereira, J. R.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, L. P. Mastite bovina: aspectos etiológicos e manejo sanitário. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 210–218, 2019.

- Ramos, A. S., (2019). **Contagem de células somáticas em leite de búfalas usando um classificador fuzzy e técnicas de processamento de imagens**. UFBA – Universidade Federal da Bahia, escola politécnica, programa de pós graduação em engenharia industrial – PEI.
- Ramos, F. S., Grande, A., Oliveira, B. S. A., & Poll, P. S. E. M. (2017). **Importância do diagnóstico da mastite subclínica e seus impactos econômicos em propriedades leiteiras revisão de literatura**. Faculdade de Ciências da Saúde de Unaí-MG, 44.
- Reis, A. B. **O impacto econômico da mastite na cadeia produtiva do leite**. Fundação Roge blog, 2020. Disponível em: <<https://fundacaoroge.org.br/blog/o-impacto-economico-da-mastite-na-cadeia-produtiva-do-leite>>. Acesso em: abr. 2025.
- Ribeiro, I. P., Gonçalves, P. H. D., Rodrigues, M. S., Nascimento, G. B., Baptista, R. S., Calil Filho, J. R. L., Wolf, A., & Wolf, S. H. G. (2023). **Infrared thermography for detection of clinical and subclinical mastitis in dairy cattle: comparison between Girolando and Jersey breeds**. *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, 24. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-76726E>
- Rodríguez, Jaime Enrique Curbelo *et al.* **Termografía infrarroja como herramienta para la detección de mastitis sub-clínica en ganado lechero bovino**. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, [S. l.], v. 26, n. 1-2, p. 41-50, 2018.
- Rodríguez, Z. B.; GONZÁLEZ, E. F.; LOZANO, O. E. L.; URRUCHI, W. I. **Ozonioterapia em medicina veterinária**. São Paulo: Multimídia, 2017
- Santos, I. P. **Mastite Bovina: Diagnóstico e Prevenção**. Patos-PB. (Monografia). Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, 2016. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3089/1893>>.
- Stock, James H.; WATSON, Mark W. *Introdução à econometria*. 3. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.
- Wang, X. **Emerging roles of ozone in skin diseases**. *Journal of Central South University. Medical Science*, v. 43, n. 2, p. 114-123, 2018. DOI: 10.11817/j. issn.1672-7347.2018.02.002.
- Zaninelli, Mauro; Redaelli, Veronica; Luzi, Fabio; Bronzo, Valerio; Mitchell, Malcolm; Dell’Orto, Vittorio; Bontempo, Valentino; Cattaneo, Donata; Savoini, Giovanni . (2018). **First Evaluation of Infrared Thermography as a Tool for the Monitoring of Udder Health Status in Farms of Dairy Cows**. *Sensors*, 18(3), 862–. doi:10.3390/s18030862