



CENTRO UNIVERSITÁRIO VALE DO SALGADO
MEDICINA VETERINÁRIA

MARIA HEULÁLIA CALDAS DE FIGUEIRÊDO

**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO
DIAGNÓSTICO DE MASTITE EM VACAS LEITEIRAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

ICÓ – CEARÁ
2024

MARIA HEULÁLIA CALDAS DE FIGUEIRÊDO

**TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO
DIAGNÓSTICO DE MASTITE EM VACAS LEITEIRAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Vale do Salgado – Univs, como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Msc. Rhamon Costa e Silva

ICÓ - CEARÁ

2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3.1. Caracterização da pesquisa.....	11
3.2. Coleta de dados	11
3.3. Descritores.....	11
3.4. Critérios de elegibilidade	11
3.5. Análise e interpretação	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO	12
4.1. Anatomofisiologia da glândula mamária bovina.....	12
4.2. Aspectos gerais da mastite	13
4.2.1. Mastite clínica	13
4.2.2. Mastite subclínica.....	13
4.3. Métodos tradicionais de diagnósticos	14
4.3.1. <i>California mastitis test</i> (cmt).....	14
4.3.2. Teste da caneca de fundo preto	14
4.3.3. Cultura microbiológica e antibiograma.....	14
4.4. Tecnologia da pecuária “4.0” e bem-estar animal.....	15
4.5. Termografia infravermelha	15
4.5.1. Termografia infravermelha versus métodos convencionais	16
4.5.2 Fatores que influenciam a acurácia da termografia.....	17
4.5.3 TIV e o impacto na gestão do rebanho e na produtividade	17
5. CONCLUSÃO.....	18
6. REFERÊNCIAS	19

RESUMO

O objetivo do presente estudo é explorar a aplicação da termografia infravermelha (TIV) como ferramenta no diagnóstico precoce da mastite em vacas leiteiras, destacando suas vantagens, limitações e impacto na pecuária de precisão. A mastite, uma das principais enfermidades que afetam a produção leiteira, gera prejuízos econômicos significativos devido à redução na qualidade e quantidade do leite, além do aumento nos custos veterinários e uso de antibióticos. Métodos convencionais de diagnóstico, embora eficazes, apresentam limitações, como a necessidade de contato direto com os animais e a detecção em estágios mais avançados da doença. A TIV surge como uma alternativa não invasiva, rápida e indolor, capaz de identificar alterações térmicas na glândula mamária relacionadas a processos inflamatórios. A tecnologia funciona pela detecção de variações na radiação infravermelha emitida pelos tecidos, possibilitando a identificação precoce de áreas afetadas. No entanto, a eficácia da TIV depende de fatores como condições ambientais, preparo do animal e padronização na captura e análise das imagens, ressaltando a importância do treinamento dos operadores para garantir resultados consistentes. Inserida no contexto da Pecuária de Precisão, a TIV contribui para práticas de manejo mais sustentáveis e eficientes, reduzindo o uso de medicamentos, minimizando perdas econômicas e promovendo o bem-estar animal. Apesar de suas limitações, seu potencial de uso em propriedades leiteiras reforça sua relevância como uma ferramenta tecnológica promissora, capaz de aumentar a produtividade e a competitividade do setor. Dessa forma, a implementação da TIV representa um avanço relevante na modernização da cadeia produtiva do leite, evidenciando a importância de inovações que alinhem eficiência, sustentabilidade e qualidade na produção agrícola.

Palavras-chave: Inflamação mamária. Pecuária de leite. Radiação térmica.

ABSTRACT

The objective of this study is to explore the application of infrared thermography (IVT) as a tool for the early diagnosis of mastitis in dairy cows, highlighting its advantages, limitations and impact on precision livestock farming. Mastitis, one of the main diseases that affect dairy production, generates significant economic losses due to the reduction in milk quality and quantity, in addition to the increase in veterinary costs and use of antibiotics. Conventional diagnostic methods, although effective, have limitations, such as the need for direct contact with the animals and detection in more advanced stages of the disease. IVT emerges as a non-invasive, fast and painless alternative, capable of identifying thermal changes in the mammary gland related to inflammatory processes. The technology works by detecting variations in infrared radiation emitted by tissues, enabling early identification of affected areas. However, the effectiveness of IVT depends on factors such as environmental conditions, animal preparation and standardization in image capture and analysis, highlighting the importance of operator training to ensure consistent results. Within the context of Precision Livestock Farming, IVT contributes to more sustainable and efficient management practices, reducing the use of medications, minimizing economic losses and promoting animal welfare. Despite its limitations, its potential for use on dairy farms reinforces its relevance as a promising technological tool, capable of increasing productivity and competitiveness in the sector. Thus, the implementation of IVT represents a significant advance in the modernization of the milk production chain, highlighting the importance of innovations that align efficiency, sustainability and quality in agricultural production.

Keywords: Breast inflammation. Dairy farming. Thermal radiation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de leite do mundo, e mesmo com avanços no uso de tecnologias nas propriedades leiteiras, o setor ainda enfrenta muitos desafios no que diz respeito à produtividade, qualidade do produto e rentabilidade dos produtores. Apesar de vários fatores estarem relacionados a esses desafios, pode-se destacar o manejo sanitário como um dos que mais influenciam diretamente tais condições, uma vez que a mastite ainda se destaca como uma das maiores causas de perdas econômicas nos rebanhos de bovinos leiteiros (Costa, 2019).

Essa doença caracteriza-se como um processo inflamatório da glândula mamária decorrente da interação entre animal, agente microbiano e meio ambiente. Em função das grandes perdas econômicas acarretadas a cadeia da bovinocultura leiteira, atrelado a baixa produção e descarte do leite, torna-se um problema com abrangência mundial (Hovinen *et al.*, 2008).

A utilização de novas tecnologias com a intenção de melhorar o bem estar animal, seja através da diminuição da manipulação destes para diagnóstico, bem como avaliar o estresse dos animais em seu ambiente de produção de forma não invasiva, têm auxiliado no aumento da qualidade, segurança e produtividade geral (Stewart, *et al.*, 2005).

Nessa conjuntura, o uso da termografia infravermelha (TIV) apresenta-se como uma alternativa com fins de diagnóstico de processos inflamatórios na medicina humana e veterinária, inclusive em uma diversidade de mamíferos (Berry, 2003). Essa técnica baseia-se no princípio de que todos os corpos formados de matéria emitem certa carga de radiação infravermelha, proporcional a sua temperatura, com esta radiação sendo capturada por um termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores (Eddy *et al.*, 2001).

O uso desta nova tecnologia na pecuária tem se mostrado uma ferramenta interessante na pesquisa veterinária, pois é altamente sensível, simples e eficaz para se detectar mudanças de temperatura da superfície da pele (Polat, 2010), mostradas na forma de imagens, que são úteis no diagnóstico de inflamação da glândula mamária com um equipamento portátil não invasivo (Sathiyabarathi, 2016). A TIV possui praticidade, precisão, velocidade de coleta de dados e sem a necessidade de contenção, podendo ser utilizada fora da sala de ordenha (Zheng, 2022).

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Evidenciar a importância da termografia infravermelha como ferramenta auxiliar de diagnóstico de mastite em vacas leiteiras.

2.2. ESPECÍFICOS

- Correlacionar o diagnóstico de casos de mastite a partir de achados na literatura;
- Descrever a precisão da termografia infravermelha na detecção precoce da mastite em comparação a métodos convencionais;
- Explorar os fatores que podem influenciar a acurácia da termografia infravermelha no diagnóstico de mastite por meio de evidências acadêmicas;
- Analisar o impacto da termografia infravermelha na gestão da saúde do rebanho leiteiro e na produtividade com base em estudos já realizados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa de literatura, com o propósito de reunir e examinar as evidências disponíveis na literatura acerca de um tema específico. Para isso, foram realizadas buscas sistematizadas, seguidas da seleção e análise de artigos científicos pertinentes, com o objetivo de oferecer uma perspectiva ampla e atualizada sobre a temática em questão.

3.2. COLETA DE DADOS

Foi realizada a busca de artigos científicos para identificação dos estudos em bases de dados, sendo elas: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (Scielo), National Library of Medicine (PubMed), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Google acadêmico.

3.3. DESCRITORES

Os Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) utilizados foram: “*Breast inflammation*”, “*Dairy farming*” e “*Thermal radiation*”, estes descritores foram associados com os operadores *booleanos* “AND” e “OR”.

3.4. CRITERIOS DE ELEGIBILIDADE

Adotaram-se como critérios de inclusão: a) artigos publicados do período entre 2000 e 2024; b) pesquisas relacionadas a Termografia Infravermelha em vacas leiteiras; c) idioma em português e inglês; d) artigos completos gratuitos; e) artigos de dissertação f) livros.

Excluíram-se: a) artigos que não abordaram os critérios de inclusão acima; b) artigos não relevantes com o assunto desta pesquisa; d) artigos publicados numa língua que não seja português ou inglês; e) artigos sem o texto completo.

3.5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO

Os artigos foram analisados integralmente e comparados com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, culminando em 55 artigos que compõem esta revisão.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

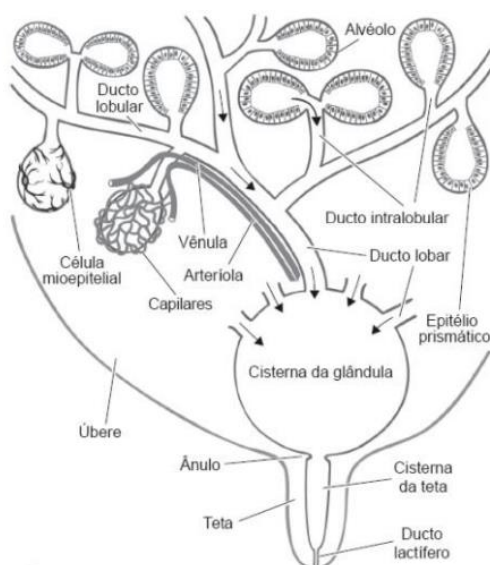
4.1. ANATOMOFISIOLOGIA DA GLÂNDULA MAMÁRIA BOVINA

As vacas apresentam as suas glândulas mamárias na parte inguinal do abdômen denominada de úbere, atuando ao longo do processo de alimentação da sua cria, o corpo da vaca recebe influências hormonais do feto e da placenta que serão responsáveis para iniciar a lactação (Prestes, 2017). O úbere é composto pelo ligamento suspensor mediano, o qual separa parcialmente as metades esquerda e direita, enquanto os quartos dianteiro e traseiro são separados por uma fina membrana. Não há compartilhamento dos sistemas de ductos do leite entre os quartos mamários (Nickerson; Akers, 2011).

Segundo Alhussien *et al.* (2016), o leite é secretado nos alvéolos com células secretoras esféricas dispostas em uma única camada. Eles são cercados por células mioepiteliais ou musculares, que se contraem para drenar o leite dos espaços alveolares para os ductos lactíferos, evidenciado na figura 1. A união de vários alvéolos é chamada de lóbulo, e os ductos que drenam os alvéolos convergem para um ducto comum denominado ducto intralobular. O conjunto de vários lóbulos denomina-se lobo, que forma o tecido glandular do órgão e é drenado por ductos interlobulares comuns, dos quais o leite flui para as cisternas glandulares.

Após a chegada na cisterna, o leite ficará armazenado até a estimulação que provocará a sua saída pelos ductos lactíferos. Na ponta do teta da vaca possui um esfíncter muscular denominado ducto papilar, ele possui função de manter o teta fechado para evitar a entrada de bactérias (Colville, 2010).

Figura 1. Anatomia da glândula mamária.



Fonte: Prestes, 2017.

4.2. ASPECTOS GERAIS DA MASTITE

4.2.1. MASTITE CLÍNICA

A mastite clínica é caracterizada por alterações visíveis no úbere e/ou no leite, podendo se manifestar nas formas subaguda, aguda, superaguda, crônica ou gangrenosa. Segundo Coser *et al.* (2012), na forma subaguda a manifestação se dá através de sinais inflamatórios discretos e por grumos no teste da caneca de fundo preto. Na forma aguda o animal pode apresentar inflamação e sinais sistêmicos como febre, dispneia, hipotensão, prostração e anorexia, porém, a progressão é mais lenta e os sinais menos intensos quando comparado aos casos superagudos, que geralmente estão associados a infecções por agentes ambientais do grupo dos coliformes, provocando uma inflamação extremamente intensa (Burvenich *et al.*, 2003).

A forma crônica é caracterizada por uma infecção persistente no úbere, podendo mostrar sinais de fibrose nos quartos afetados, às vezes acompanhada de atrofia e presença de fístulas, podendo causar perda do(s) quarto(s) acometido(s) (Fonseca *et al.* 2020). Na mastite gangrenosa, o quarto mamário afetado apresenta-se frio, com uma coloração alterada, variando de escuro a púrpuro-azulado, e sem sensibilidade. O quarto acometido pode estar úmido e exsudar soro tingido de sangue (Coser *et al.*, 2012).

O processo inflamatório da mastite inicia com a introdução do microrganismo no canal do teto e o seu curso clínico dependerá da colonização e multiplicação no úbere. A multiplicação dos microrganismos e a produção de toxinas danificam o tecido secretor glandular, causando traumatismo físico e irritação química (Kulkarni; Kaliwal. 2013).

4.2.2. MASTITE SUBCLÍNICA

Na forma subclínica da doença não há sinais aparentes, no entanto, há a geração de maiores impactos financeiros, sendo estas perdas estimadas em 20% da produção de leite (Fox, Jiang; Gobius, 2018).

A sua forma de manifestação é silenciosa e isso ocorre porque a inflamação faz com que as células de defesa do animal (células somáticas) migrem para o interior do úbere para combater a infecção, ocasionando o aumento da contagem de células somáticas (CCS), alterando a composição e a qualidade do leite. Além de aumentar os teores de cloro e sódio, há redução nos teores de caseína, lactose e gordura. Estima-se que para cada caso de mastite clínica devem existir entre 15 e 40 casos de mastite subclínica nos rebanhos (Lopes *et al.*, 2018; Dantas; Oliveira, 2012).

4.3. MÉTODOS TRADICIONAIS DE DIAGNÓSTICOS

A detecção da mastite clínica é possível por meio da palpação da glândula mamária e da observação do aspecto do leite. Já na mastite subclínica, são necessários testes auxiliares, tais como Contagem de Células Somáticas (CCS), Califórnia Mastitis Test (CMT) e Wisconsin Mastitis Test (WMT) (Fonseca; Santos, 2001). O diagnóstico rápido da mastite subclínica auxilia no controle da qualidade higiênico sanitária do leite; redução de perdas na produção e no bem-estar animal (Oliveira, 2018).

4.3.1. *California Mastitis Test (CMT)*

O teste California Mastitis Test (CMT) é uma ferramenta prática para a detecção de mastite subclínica, realizado no momento da ordenha com reagentes que reagem com o leite. 'O princípio do teste baseia-se na estimativa da contagem de células somáticas (CCS) no leite, indicando alterações inflamatórias associadas à mastite subclínica. Sua execução é simples e de baixo custo, sendo amplamente empregada em sistemas de produção leiteira' (Salazar *et al.*, 2024).

As amostras do leite são retiradas de cada quarto mamário e colocadas numa bandeja apropriada, à qual é adicionado um reagente que rompe as membranas das células somáticas presentes na amostra, liberando o DNA que, em contato com a água, se hidrata e torna-se viscoso. O resultado do teste é avaliado em função do grau de gelatinização ou viscosidade em cinco escores que são: negativo, traço, +, ++ e +++ (Ribeiro *et al.*, 2003).

4.3.2. TESTE DA CANECA DE FUNDO PRETO

Nesse teste, é possível verificar se o animal apresenta mastite clínica através da formação de grumos e até pela presença de sangue no leite depositado na caneca, já nos primeiros jatos de leite. Antes da ordenha, lança-se quatro jatos de leite na superfície de uma caneca de fundo escuro ou com presença de tela e avalia-se o aspecto do leite. É preciso realizar o teste em cada quarto mamário separado (Maiochi *et al.*, 2019; Massote *et al.*, 2019).

4.3.3. CULTURA MICROBIOLÓGICA E ANTIBIOGRAMA

De acordo com Da Fonseca *et al* (2020), esse é o teste considerado como método definitivo para diagnóstico de mastite, a cultura microbiológica associada ao antibiograma é de grande importância por dois motivos: diagnóstico e tratamento da doença. Este exame permite isolar e identificar o patógeno responsável pela inflamação da glândula mamária. O isolamento identifica os microrganismos presentes, enquanto o

antibiograma determina a sensibilidade ou resistência desses microrganismos aos diferentes medicamentos.

4.4. TECNOLOGIA DA PECUÁRIA “4.0” E BEM-ESTAR ANIMAL

A pecuária 4.0 ou Pecuária de Precisão (PP) é a aplicação do conceito de agricultura de precisão à pecuária por meio de uma variedade de sensores e atuadores para melhorar a capacidade de manejo de grandes grupos de animais, é baseada na coleta e análise de dados em tempo real que podem ser usados para o manejo dos rebanhos ou de um animal de modo individualizado (Vaintrub *et al.*, 2020).

Além disso, de acordo com Ramirez *et al.* (2019), a PP visa usar a tecnologia disponível para monitorar continuamente as condições internas e externas de um animal de maneira individualizada, conectando os dados coletados dos animais aos metadados circundantes, o que pode conduzir a descoberta de soluções para questões científicas profundas ou necessidades latentes do produtor e da sociedade.

Ao controlar precisamente os processos agrícolas, a PP pode melhorar a produção e reprodução, aumentando o bem-estar humano e animal, além de facilitar o uso de recursos direcionados para reduzir o impacto ambiental (Groher; Heitkämper; Umstätter, 2020).

4.5. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica moderna, não invasiva e segura para visualizar o perfil térmico. Todos os objetos na terra geram um calor de radiação na parte infravermelha do espectro luminoso. Esta radiação, por sua vez, se dá em função da temperatura de superfície do objeto, o que permite a câmera calcular e mostrar esta temperatura (Knizkova, 2007).

O exame de termografia infravermelha para detecção de mastite consiste na realização de imagens do úbere, feitas através dos ângulos definidos pelo operador, que serão analisadas posteriormente na busca das alterações de coloração formada pela diferença de temperatura do local inflamado para o local saudável através do espectro de luz formado (Fonseca *et al.*, 2020)

De acordo com Scott *et al.* (2000), o uso de uma câmera termográfica revelou um aumento de 2,7 °C na temperatura do úbere de vacas com mastite induzida. Os autores também observaram que a termografia por infravermelho (TIV) pode detectar a mastite mais precocemente do que os testes de soroalbumina e a contagem de células somáticas.

Enquanto o pico de soroalbumina foi registrado apenas seis horas após a indução da mastite, as diferenças de temperatura no úbere foram detectadas já após uma hora.

Sabendo que o aumento de temperatura é um dos sinais de inflamação, através do método de termografia, é possível avaliar os indícios da aparição da enfermidade antes mesmo que os sinais clínicos se tornem evidentes, entretanto, não é um método utilizado com frequência na rotina clínica das propriedades, mas já é visto como uma ferramenta promissora no diagnóstico da mastite (Roberto; Souza, 2014).

Na medicina humana, a Termografia Infravermelha vem sendo aplicada em diversos campos. Riguetto *et al.* (2019) relataram o emprego da TIV na avaliação de pacientes com oftalmopatias graves, enquanto Ribeiro *et al.* (2021) estudaram a utilização da TIV para o diagnóstico e condução de tratamentos em casos de picadas de animais peçonhentos e ferroadas. Outras áreas como a odontologia, a reumatologia e a medicina do esporte também apresentam estudos descritos em literatura sobre a possibilidade da aplicação desse recurso para a melhoria da eficiência dos diagnósticos e tratamentos (Brioschi *et al.*, 2007; Côrte; Hernandez, 2016; Amorim *et al.*, 2018). Dessa forma, a TIV se mostra uma excelente ferramenta diagnóstica, podendo indicar a presença de processos inflamatórios ou de alterações no metabolismo.

4.5.1. TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA VERSUS MÉTODOS CONVENCIONAIS

A termografia infravermelha é amplamente utilizada na produção animal como uma ferramenta que permite o monitoramento térmico sem contato direto (Schaefer; Cook, 2021), o que permite evitar alterações nos resultados pelo estresse causado pela contenção durante a execução de alguns métodos convencionais de diagnóstico das enfermidades, como os exames laboratoriais que depende de coleta de material biológico e mensuração da temperatura corpórea por via reta (Mazieiro *et al.*, 2012).

Comparada a métodos convencionais, como o California Mastitis Test (CMT) e a contagem de células somáticas (CCS), a TIV apresenta vantagens, especialmente no campo. Rezende *et al.* (2022) apontam que a termografia se apresenta como um potencial método para a detecção de mastite, uma vez que um dos sintomas desta doença é o aumento da temperatura local em função das reações inflamatórias, além de ser um método rápido, indolor e não invasivo.

Quando se trata da aplicação na medicina veterinária, a TIV, por ser uma técnica não invasiva, possibilita a realização de exames sem contato direto com o animal, não

requerendo sedação e favorecendo o conforto e bem-estar do indivíduo (Ring, 2006). Essa técnica também é considerada um método de rápida aplicação, seguro e que permite o monitoramento em tempo real de mudanças fisiológicas que induzem à alteração de temperatura na superfície corporal, favorecendo o diagnóstico precoce (Polat *et al.*, 2010).

4.5.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A ACURÁCIA DA TERMOGRAFIA

Apesar das vantagens, a acurácia da TIV depende de diversos fatores. Leão *et al.* (2015) destacam que fatores relacionados diretamente ao animal podem influenciar o resultado do termograma, como a realização de atividade física [...] e a presença de resíduos orgânicos ou inorgânicos no local a ser termografado. Além disso, a qualidade do equipamento e a metodologia utilizada são cruciais. Pirovani (2022) observou que um fator que pode ter causado uma correlação moderada, pode estar relacionado à posição da câmera para captura da imagem, isso devido à posição dos animais na sala de ordenha. O ambiente também exerce influência significativa. A temperatura ambiente, umidade relativa e até o ciclo circadiano do animal podem alterar os resultados obtidos (Leão *et al.*, 2015).

Embora a TIV demonstre grande potencial, a acurácia de seus resultados pode ser influenciada por tais fatores, ressaltando a necessidade de padronização e treinamento adequado dos operadores. Ainda assim, a técnica se alinha ao conceito de Pecuária de Precisão, contribuindo para o aumento da produtividade e a sustentabilidade no setor.

4.5.3 TIV E O IMPACTO NA GESTÃO DO REBANHO E NA PRODUTIVIDADE

A aplicação da TIV tem potencial para transformar a gestão do rebanho, promovendo intervenções precoces e eficientes. Rezende *et al.* (2022) apontam que a análise de componentes principais e a análise de agrupamento se mostraram eficazes para seleção de variáveis potencialmente preditoras [...] para predição de CCS.

Essa capacidade é especialmente relevante em rebanhos leiteiros, onde a detecção precoce de mastite pode reduzir o uso de antibióticos. Segundo Pirovani (2022), as imagens termográficas correspondem à temperatura do úbere, pois teve correlação positiva moderada, podendo ser uma ferramenta utilizada pelo produtor para diagnosticar precocemente a mastite nas vacas leiteiras. Essa funcionalidade não apenas melhora o bem-estar animal, mas também otimiza a produtividade e a qualidade do leite.

5. CONCLUSÃO

O uso da termografia infravermelha (TIV) na bovinocultura leiteira apresenta-se como uma alternativa promissora para o diagnóstico precoce de mastite, oferecendo vantagens significativas em relação aos métodos convencionais. Sua aplicação não invasiva, rápida e prática contribui para a melhoria do bem-estar animal e para a gestão eficiente do rebanho. A detecção precoce da mastite possibilita intervenções mais rápidas, reduzindo perdas econômicas, o descarte de leite contaminado e o uso indiscriminado de antibióticos, além de promover a qualidade do produto final.

Dessa forma, a implementação da termografia infravermelha em propriedades leiteiras representa um avanço tecnológico relevante, possibilitando um manejo mais preciso da saúde animal e reforçando a importância de inovações que promovam a eficiência e a competitividade na cadeia produtiva do leite.

6. REFERÊNCIAS

- ALHUSSIEN, M., MANJARI, P., MOHAMMED, S., SHEIKH A.A., REDDI S., DIXIT S.; DANG A.K. Incidence of mastitis and activity of milk neutrophils in Tharparkar cows reared under semi-arid conditions. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 6, p. 1291–1295, 2016.
- AMORIM, A. M. A. M. et al. Termografia infravermelha na Odontologia. **HU Revista**, v.44, n.1, p.15-22, 2018.
- ARSENAULT, J. et al. Risk factors and impacts of clinical and subclinical mastitis in commercial meat-producing sheep flocks in Quebec, Canada. **Preventive Veterinary Medicine.**, n 87, p. 373-93, 2008.
- BERRY R. J., KENNEDY, A. D., SCOTT, S. L., KYLE, B. L., SCHAEFER, A. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n.4, p. 687–93. <https://doi.org/10.4141/A03-012>. 2003.
- BLOWEY, R., EDMONDSON, P. **Mastitis: causas, epidemiología y control**. Zaragoza: Acríbia, 1999.
- BOND, T. E., KELLY, C. F., ITTNER, N. R. Radiation studies of painted shade materials. *Agricultural Engineering*, **St. Joseph**, v. 35, n. 6, p. 389-392, 1954.
- BRIOSCHI, M. L., YENG, L. T., TEIXEIRA, M. J. Diagnóstico avançado em dor por imagem infravermelha e outras aplicações. **Prática Hospitalar**, v.50, n.1, p.93-98, 2007.
- BUFFINGTON, D. E., COLLASSO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows *Transactions of the ASAE*, **St. Joseph**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- BURVENICH, C., MERRIS, V. V., MEHRZAD, J., DIEZ-FRAILE, A., DUCHATEAU, L. Severity of E. coli mastitis is mainly determined by cow factors. **Veterinary Research**, Les Ulis, v.34, p.521-564, 2003.
- CARACUSCHANSKI, F. D. **Uso da termografia infravermelha para a predição da etiologia infecciosa da mastite subclínica bovina em sistema de ordenha robótico com o uso de técnicas de aprendizado de máquina**. Tese de Doutorado em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.
- COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. **Anatomia e Fisiologia clínica para medicina veterinária tradução da 2ª edição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CÔRTE, A. C. R., HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.22, n.4, p.315-319, 2016.
- COSTA, L. B. S. **Termografia como técnica auxiliar na identificação de mastite subclínica**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.
- FONSECA, M. E. B. et al. Mastite bovina: revisão. **Pubvet**, v. 15, p. 162, 2020.

- DANTAS, T., OLIVEIRA, A. **Mastite bovina: considerações e impactos econômicos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/doc_170.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- DE SOUZA, Hâmara Milaneze et al. Termografia infravermelha aplicada ao diagnóstico de mastite subclínica. **Ciência Animal**, v. 32, n. 2, p. 101-109, 2022.
- DIGIOVANI, D. B. Termografia infravermelha como ferramenta diagnóstica para detecção da mastite subclínica bovina. **Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias: Vol. Master of**, 2014.
- EDDY, A. L., VANHOOGMOED, L. M., SNYDER, J. R. The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. **The Veterinary Journal**, n. 162, p.172-81, 2001.
- ESMAY, M. L. Principles of animal environment. 2.ed. Westport CT: **ABI Publishing**. p. 325, 1969.
- FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 2. ed. São Paulo: Roca, p. 754, 2008.
- FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos, p. 314, 2000.
- FOX, E. M., JIANG, Y., GOBIUS, K. S. Key pathogenic bacteria associated with dairy foods: On-farm ecology and products associated with foodborne pathogen transmission. **International Dairy Journal**, v. 84, p. 28–35, 2018. DOI: [10.1016/j.idairyj.2018.03.013](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.03.013).
- GROHER, T.; HEITKÄMPER, K.; UMSTÄTTER, C. Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. **Animal**, v. 14, n. 11, p. 2404- 2413, 2020.
- HILLERTON, J. E. **Controle da mastite bovina**. Juiz de Fora: Embrapa, 1996.
- KNIZKOVA I, KUNC P, GURDIL GAK, PINAR Y, SELVI KC. Application of infrared thermography in animal production. **Journal of Faculty of Agriculture**. n. 22, p. 329-336, 2007.
- KÖPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate**, Vol. 1. Handbuch der Klimatologie. Gebruder Borntraeger, p. 1 – 44, Berlin, 1936.
- KULKARNI A. G., KALIWAL B. Bovine mastitis: a review. **International Journal of Recent Scientific Research**. v. 4, p. 543-548, 2013.
- LEÃO, J. M. et al. **Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 2015.
- LOPES, B. C., MANZI, M. P., LANGONI, H. Etiologia das mastites: pesquisa de micro-organismo da classe Mollicutes. **Veterinária e Zootecnia.**, v. 25, n.2, 2018.
- MAIOCHI, R.; RODRIGUES, R.; WOSIACKI, S. Principais métodos de detecção de mastites clínicas e subclínicas de bovinos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 28, p. 1–15, 2019.

MASSOTE, Vitória Pereira et al. Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**. v. 1, n. 1, p. 41-54, 2019.

MAZIEIRO, R. R. D.; MARTIN, I.; MATTOS, M. C. C.; FERREIRA, J. C. P. Plasma concentration of progesterone and cortisol in nelore cows (*Bos taurus indicus*) submitted to daily or weekly handling. **Veterinária e Zootecnia**, v. 19, n. 3, p. 366-372, 2012.

NICKERSON, S. C., AKERS, R. M. MAMMARY GLAND Anatomy. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, 2. ed. **Academica Express**. 2011.

OLIVEIRA, D.; BORGES, A.; SIMÕES, M. Staphylococcus aureus toxins and their molecular activity in infectious diseases. **Toxins**, Basel, v. 10, p. 252, 2018. DOI: 10.3390/toxins10060252.

PIROVANI, G. P. **Temperatura, termografia de úbere e parâmetros de qualidade de leite em vacas com mastite em diferentes sistemas de produção**. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

POLAT, B. et al. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.8, p.3525-3532, 2010.

PRESTES, N. C.; LANDIM-ALVARENGA, F. C. **Obstetrícia Veterinária 2 ed.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

RAMIREZ, B. C. et al. At the Intersection of Industry, Academia, and Government: How Do We Facilitate Productive Precision Livestock Farming in Practice?. **Animals**, v. 9, n. 9, p. 635, 2019.

REZENDE, E. S. J., MOURA, D. J., PEREIRA, J. L. A., et al. Análise de associação entre imagens termográficas e diagnóstico de mastite. **Brazilian Journal of Development**, 2022.

REZENDE, E. S. J. **Modelo de detecção de mastite em vacas leiteiras usando termografia infravermelho**. Tese de Doutorado em Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

RIBEIRO, I. P. et al. Termografia infravermelha na detecção de mastite clínica e subclínica em bovinos de leite: comparação entre as raças Girolando e Jersey. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, p. 76726, 2023. DOI: 10.1590/1089-6891v24e-76726.

RIBEIRO, J.A.S., GOMES, G., BRIOSCHI, M.L., BARBOSA, S. M. M., TEIXEIRA, M. J. Inflammation and fever after bothrops snakebite: a brief clinical-epidemiological review through case report and infrared thermography follow-up. **Pan American Journal of Medical Thermology**, v.6, p.87-93, 2021

RIGUETTO, C.M., MINICUCCI, W.J., MOURA NETO, A., TAMBASCIA, M.A., ZANTUT-WITTMANN, D. E. Value of infrared thermography camera attached to a smartphone for evaluation and follow-up of patients with graves ophthalmopathy. **International Journal of Endocrinology**, v.2019, p.1-9, 2019

- RING, E. F. J. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v.30, n.4, p.192-198, 2006.
- ROBERTO, J. V. B., SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n.3, p. 73–84. 2014.
- RUEGG, P. L. New perspectives in udder health management. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.28, n.2, p.149–163, 2012.
- SALAZAR, R.; PÉREZ, A.; MORALES, L. Prevalência de mastite subclínica e uso do CMT em rebanhos leiteiros. *Revista Ciência Animal*, v. 12, n. 3, p. 9-15, 2024.
- SATHIYABARATHI, M. et al. Infrared thermography: A potential noninvasive tool to monitor udder health status in dairy cows. **Veterinary World**, v. 9, n. 10, p. 1075–1081, 2016. DOI: 10.14202/vetworld.2016.1075-1081.
- SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J. Developments in thermal imaging techniques to assess livestock health. **Advances in Precision Livestock Farming**, p. 79-90, 2021. DOI: 10.19103/AS.2021.0090.02.
- SCHALM, O.W. Clinical significance of plasma protein concentration. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 157, n.11, p. 1672-3, 1970.
- SCHALM, O.W., NOORLANDER, D.O. Experiments and observations leading to development of the California Mastitis Test. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.130, p.199, 1957.
- SCOTT, S.; SCHAEFER, A.; TONG, A.; LACASSE, P. Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 80, p. 764–765, 2000.
- SILVA, R. A. B. et al. **Detecção de mastite subclínica bovina utilizando a termografia por infravermelho**. Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Curitiba, 2019.
- SPEAKMEN, J. R.; WARD, S. Infrared thermography: principle and applications. *Zoology analysis of complex systems*, v. 101, p. 224-232, 1998.
- STEWART M., WEBSTER J.R., SCHAEFER A.L., COOK N.J., SCOTT S.L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, v. 14, p. 319-325. 2005.
- VAINTRUB, M. O. et al. Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming. **Animal**, p. 100-143, 2020.
- ZHENG, S., ZHOU, C., JIANG, X., HUANG, J., XU, D. Progress on Infrared Imaging Technology in Animal Production: A Review. **Sensors**, v. 22, n.3, p. 705.