



O USO DE TERMOGRAFIA DE ÚBERE PARA O DIAGNÓSTICO DE MASTITE: UM RELATO DE CASO NA FAZENDA OLHO D'ÁGUA DOS IPÊS EM BRASILEIRA - PI

Acácio Costa Silva¹

Dariely de Carvalho Monte Amaral²

Francisco de Assis Amado Costa³

Maria Jaqueline Olivera Silva⁴

Guilherme Antônio Lopes de Oliveira⁵

RESUMO

A mastite é um processo inflamatório da glândula mamária usualmente causado por organismos procariontes do reino monera. Uma doença de caráter complexo e multifatorial envolvendo diversos patógenos, o ambiente e fatores inerentes ao animal. Estima-se que 90% seja de origem bacteriana, sendo *Streptococcus agalactiae* e *Staphylococcus aureus*, os principais agentes causadores da mastite contagiosa. Apesar do desenvolvimento de diversas estratégias de controle e prevenção, a mastite continua sendo a doença mais prejudicial e de maior impacto econômico à atividade leiteira mundial. A gravidade de cada caso, associa-se ao período de tempo transcorrido entre o diagnóstico e o tratamento, insistindo-se na prática do diagnóstico precoce. Diante disso, uma ferramenta potencial vem sendo aplicada na medicina veterinária e na produção animal para diagnóstico preventivo, a Termografia Infravermelha (TI). A pecuária vive um período de inovação em ferramentas de diagnóstico, principalmente no campo por imagem. Tornou-se imprescindível a utilização de equipamentos que não levem a injúria e tenham como foco o bem-estar e conforto dos animais, destacando-se assim, a TI. Em vacas leiteiras, a termografia é um método potencial para detectar mastite, uma vez que um dos sintomas desta doença é o aumento da temperatura local em função das reações inflamatórias, a temperatura da superfície do úbere causada pela infecção por mastite eleva-se antes de outros sintomas clínicos e pode ser identificada facilmente pela termografia, sendo esse método rápido, indolor e não invasivo. Frente a isso, este estudo objetivou avaliar o potencial da tecnologia de imagens por TI, para a detecção de mastite clínica e subclínica, correlacionando com os testes de Tamis e o *California Mastitis Test* (CMT), na raça Girolando (Holandês-Gir), trabalho realizado na fazenda olho d'água dos ipês em Brasileira, Piauí, Brasil, entre os meses de março e junho de 2024, primeiro semestre do diante ano.

Palavras-chave: *California Mastitis Test* (CMT). Mastite. Termografia Infravermelha.

¹Farmacêutico - CHRISFAPI. Discente CHRISFAPI, cursando Bacharelado em Medicina Veterinária, VI período.

²Pedagoga - UESPI. Discente CHRISFAPI, cursando Bacharelado em Medicina Veterinária, VI período.

³Médico Veterinário - UFPI. Docente CHRISFAPI, Professor do curso Bacharelado em Medicina Veterinária.

⁴Nutricionista - CHRISFAPI. Discente CHRISFAPI, cursando Bacharelado em Medicina Veterinária, II período.

⁵Biomédico - UNINASSAU. Docente CHRISFAPI, Professor do curso Bacharelado em Medicina Veterinária.



1 INTRODUÇÃO

A Bovinocultura brasileira tem grande destaque na produção láctea mundial, gerando alta lucratividade e emprego. Entretanto, algumas patologias como a mastite podem gerar perdas de produção e gastos onerosos ao produtor. A mastite trata-se de um processo inflamatório da glândula mamária, podendo ser de origem fisiológica, traumática, alérgica, metabólica e/ou infecciosa. É uma doença de caráter complexo e multifatorial envolvendo diversos patógenos, o ambiente e fatores inerentes ao animal. Estima-se que 90% seja de origem bacteriana, sendo *Streptococcus agalactiae* e *Staphylococcus aureus* os principais agentes relacionados à mastite contagiosa (Peres Neto; Zappa, 2011; Oliveira *et al.*, 2016).

Esta enfermidade pode se manifestar na forma subclínica, clínica ou crônica, podendo comprometer severamente o estado geral do animal devido à infecção sistêmica, principalmente na forma subclínica, onde os sinais clínicos muitas vezes são imperceptíveis. Já o processo inflamatório agudo, onde se encontram os principais casos para a mastite clínica, pode-se tornar crônico ou incipiente, se não forem tratadas adequadamente e em seu estado inicial. Além de afetar a glândula mamária, a mastite também contribui, de maneira negativa, no processo industrial de laticínios com estatísticas que demonstram perdas drásticas, principalmente, quando se infecta uma determinada parte do rebanho, podendo limitar em até 50% da produção leiteira e restringir a produtividade dos animais lactantes, tendo uma perda de 15% do produto (Martins *et al.*, 2010).

A mastite é uma inflamação da glândula mamária, que pode causar aumento da temperatura da área afetada com consequente diminuição da secreção láctea e alteração da permeabilidade da mucosa local. A mastite é uma das doenças mais graves na pecuária leiteira e tem um impacto significativo nos lucros da produção. Pode ser classificada de diversas formas, sendo a mais comuns a mastite clínica, em que há alterações no parênquima mamário e secreção láctea pronunciada, ou a forma subclínica, em que não há alterações macroscópicas na glândula ou no leite, mas há um aumento de Células Somáticas (CS) (Ribeiro *et al.*, 2023).

Em adição, provoca alterações biológicas e físico-químicas do leite produzido, a mastite também pode ocasionar alterações no parênquima da glândula mamária, levando à perda funcional da glândula e até mesmo a morte do animal. Alguns prejuízos incluem descarte do leite por alterações e/ou pela presença de resíduos após tratamento, a elevação da mão de obra, custos altos com medicação e serviços médicos veterinários e o descarte dos animais. Além do grande risco a saúde pública (Peres Neto; Zappa, 2011).

Tema: Inteligência artificial: impactos sociais e ético-legais.



A mastite clínica é monitorada pelo teste do tamis (caneca preta/telada) e a mastite subclínica pelo *California Mastitis Test* (CMT) e/ou *Wisconsin Mastitis Test* (WMT), este último, exame de maior precisão para diagnóstico da forma subclínica, ambos empregados e realizados na sala de ordenha. Existe também a possibilidade de realização de pesquisas científicas em laboratório utilizando a técnica de Contagem de Células Somáticas (CCS). Ferramenta simples, porém, eficaz, na detecção visual de mastite clínica a caneca de fundo preto ou fundo telado, permite a identificação de alterações no leite, como presença de grumos, coágulos ou mudança na coloração. O CMT ou WMT, também merecem realce, sendo técnicas amplamente utilizadas para a detecção de mastite subclínica, permitindo também avaliar CCS no leite, um indicativo da presença de inflamação no úbere. A interpretação dos resultados desses exames auxilia na identificação de animais com maior predisposição à mastite subclínica, possibilitando intervenções precoces para seu controle (Souza *et al.*, 2022).

Ressalta-se ainda as atividades de pré e pós-*dipping*, que consiste na aplicação de soluções desinfetantes nos tetos das vacas, antes e após a ordenha, respectivamente. Reduzindo assim o risco de infecção e ajudando na prevenção da mastite. O procedimento pré-*dipping* consiste na desinfecção dos tetos antes da ordenha e visa reduzir o número de bactérias neste local que possam contaminar o leite, prevenindo ainda a mastite ambiental. O pós-*dipping*, é fundamental para remover a película de leite que permanece no teto após a retirada do conjunto de ordenha e auxilia na prevenção de infecções neste canal, evitando ainda a mastite contagiosa, reduzindo assim a taxa de novas contaminações. O pré-*dipping* consiste na imersão dos tetos em soluções antissépticas como o iodo (0,1 a 0,5%), cloro (1%) ou clorexidina (0,1%) por aproximadamente 10 segundos, a fim de diminuir a carga de microrganismos residentes no local. O pós-*dipping* ocorre depois da ordenha e é realizado a imersão dos tetos por cerca de 15-30 segundos, com produto comercial a base de iodo ativo (0,7 g) e glicerina (5,0 g) sendo responsável por prevenir e reduzir as mastites (Locatelli *et al.*, 2023).

Apesar disso, há necessidade de novos sistemas de diagnóstico que possam identificar rapidamente animais afetadas por infecções fora da sala de ordenha, mastites em novilhas e durante o período seco, especialmente a forma subclínica (Rezende *et al.*, 2022; Ribeiro *et al.*, 2023). A Termografia Infravermelha (TI) está sendo empregada para diagnosticar processos inflamatórios na medicina humana e veterinária. O método baseia-se no princípio de que todos os corpos feitos de matéria emitem uma certa quantidade de irradiação infravermelha proporcional à sua temperatura. Essa irradiação pode ser refletida em um termograma, que



exibe o gradiente térmico em um padrão de cores. É um método não invasivo de medição do calor emitido pela pele, refletindo a circulação subcutânea e o metabolismo. Na presença de nocicepção, ou seja, hipersensibilidade, inchaço e hipertermia na fase inicial de uma inflamação e infecção, a temperatura da superfície da pele pode refletir o metabolismo subjacente do tecido alvo e fluxo sanguíneo (Leão *et al.*, 2015).

A utilização desta nova tecnologia na área da pecuária torna-a uma ferramenta interessante para a investigação veterinária, pois é altamente sensível, fácil e eficaz na detecção de alterações na temperatura da superfície da pele, que são apresentadas sob a forma de imagens úteis para o diagnóstico de inflamação da glândula mamária, com um dispositivo portátil não invasivo. O sistema informatizado é prático, preciso, permite rápida coleta de dados, não requer isolamento e pode ser utilizado fora da sala de ordenha (Leão *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2023).

Esta iniciativa tem grande relevância para fortalecer a metodologia da TI na detecção de mastite clínica e subclínica a campo, de forma rápida, econômica, minimizando os prejuízos na produção leiteira. Vislumbra ainda, que há um escopo reduzindo de informações a respeito do tema. Frente a isso, o diante estudo se propôs a avaliar o potencial da tecnologia de imagens por TI, para a detecção de mastite clínica e subclínica, correlacionando com os testes de tamis e o CMT, na raça Girolando (Holandês-Gir), trabalho realizado na fazenda olho d'água dos ipês em Brasileira, Piauí, Brasil, entre os meses de março e junho de 2024, primeiro semestre do diante ano (Rezende *et al.*, 2022).

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo será avaliar o potencial da técnica de Termografia Infravermelha (TI), para o diagnóstico de mastite clínica e subclínica em vacas Girolando. Verificando o potencial da tecnologia e correlacionando com os testes de tamis e CMT.

3 MÉTODO

O presente estudo tratar-se-á de uma pesquisa de caráter básica, a fim de adquirir conhecimentos novos que contribuam para o avanço da ciência. Sua natureza é experimental, uma vez que o pesquisador participará ativamente da condução do processo. A forma de abordagem é quantitativa do tipo descritivo, pois recorre a expressões matemáticas para expender as causas de um fenômeno ou relações entre variáveis, visando observar, registrar e



descrever as características de um determinado fenômeno proposto para as amostras. Quanto aos objetivos a pesquisa é exploratória uma vez que familiariza o investigador com os fenômenos relacionados ao problema a ser estudado. Em relação aos procedimentos técnicos será de caráter laboratorial, pois a realização faz-se em ambiente controlado. Ao desenvolvimento temporal, a investigação é longitudinal e prospectiva (Fontelles *et al.*, 2009).

3.1 Realização do experimento:

O estudo foi realizado na fazenda olho d'água dos ipês em Brasileira, Piauí, Brasil (clima tropical, temperatura entre 22,2°C a 33,7 °C - com verão chuvoso e inverno seco) entre os meses de março e junho de 2024. Tendo o consentimento da equipe pedagógica formada pela coordenação do curso Bacharelado em Medicina Veterinária da Christus Faculdade do Piauí, Chrisfapi. Foram utilizadas 14 vacas, pluríparas, peso médio 500 Kg, sendo todos os animais da raça Girolando, todas em fase de lactação, ou seja, entre 90-100 dias de lactação, com uma produção média de 30 kg de leite dia-1/vaca, criadas em sistema semi-intensivo e com ordenha mecânica, na propriedade. O período de coleta foi dois dias para cada mês e a frequência, uma vez ao dia no período da tarde (13:00 h), durante a ordenha. A dieta alimentar foi mantida de acordo com a rotina da herdade. Nesta pesquisa, não se levou em consideração o registro do estágio de lactação, do número de parições/nascimentos e da produção do leite. Todas as etapas práticas da pesquisa foram realizadas na sala de ordenha (Ribeiro *et al.*, 2023).

Para o diagnóstico da mastite clínica, previamente à ordenha dos animais foram coletados os três primeiros jatos de cada teto no teste da caneca com fundo escuro ou teste do tamis, para averiguação da presença ou não de grumos no leite. Resultados positivos receberam valor (+) e o negativo (-), para fins de análise. Após o teste do tamis, o *California Mastitis Test* (CMT) é realizado, com a finalidade de identificação da forma subclínica da enfermidade. Em prática, na bandeja ou raquete do teste de CMT, é alocado cerca de 1 ml do leite de cada teto em compartimentos separados, em seguida é adicionado 1 ml do reagente para realização da leitura. Após, mistura-se o leite e o reagente em suaves movimentos circulares, e de acordo com a viscosidade da mistura, será pontuado os resultados em uma escala de sete pontos: onde o símbolo (-) significa uma reação completamente negativa, a letra T corresponde a traços de uma reação, a pontuação 1 uma reação fracamente positiva, a pontuação 2 uma reação distintamente positiva, a pontuação 3 uma reação fortemente positiva, o símbolo (+) um leite de pH alcalino, e a letra Y um leite de pH ácido (Rezende *et al.*, 2022).



Tabela 01. Grau e interpretação para o *California Mastitis Test*:

Símbolo	Significado	Descrição da reação	Interpretação
-	Negativo	A mistura fica líquida.	0-200.000 cells/mL ou 0-25% PMN
T	Traços	Uma leve aglutinação, havendo uma tendência da reação de traços a desaparecer com o movimento.	150.000-500.000 cells/mL ou 30-40% PMN
1	Fraca	Há uma distinta aglutinação, mas não forma gel. Com movimento contínuo a reação pode desaparecer.	400.000-1.500.000 cells/mL ou 40-60% PMN
2	Distintamente Positiva	A mistura aglutina-se rapidamente com a formação de gel. A mistura tende a ficar na periferia do copo quando em movimento. Voltando a cobrir o fundo do copo quando o movimento para.	800.000-5.000.000 cells/mL ou 60-70% PMN
3	Forte Positiva	A aglutinação é forte, tomando forma convexa. Tende a formar um pico no centro da mistura após a parada de movimento. A viscosidade é intensa ficando fortemente aderida no fundo do copo.	> 5.000.000 cells/mL ou 70-80% PMN
+	Leite Alcalino	Adicionado ao resultado do CMT quando a reação é alcalina. Fortemente roxa.	Uma reação alcalina reflete depressão da atividade secretória. Isso pode ocorrer por causa de uma inflamação ou glândula seca.
Y	Leite Ácido	Adicionado ao resultado do CMT quando a reação é ácida. Mistura amarelada.	Violeta de bromocresol é distritalmente amarelado em pH 5.2. Leite ácido no úbere é raro. Quando encontrado é indicativo de fermentação da lactose por reação bacteriana.

Fonte: Adaptado pelos autores de Rezende *et al.*, 2022.

As capturas das imagens foram realizadas no momento da ordenha, antes do *pré-dipping*, e dos testes de tamis e CMT. O equipamento utilizado foi a câmera termográfica *Moniss NF-521S professional*, com captura de imagens térmicas de 256 X 192 IR (49.152 pixels), campo de visão de 38° X 50°, taxa de atualização de 25Hz, display LCD TFT de 2,8. Sendo empregado como unidade experimental os quartos mamários, uma vez que os mesmos dentro de uma mesma glândula, são independentes em circulação sanguínea e inflamação. As imagens térmicas infravermelhas foram adquiridas com três tomadas por quarto mamário, com a câmera posicionada a uma distância de 50 a 100 cm e em um ângulo de 180°. O termógrafo foi calibrado para uma emissividade de 0,98, que é a unidade de medida recomendada para tecidos biológicos. Na edição das imagens foram utilizados dois parâmetros para mensuração da temperatura: a área do quarto mamário e um ponto central desta região (Ribeiro *et al.*, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante ressaltar que os animais se encontravam em um ambiente ao qual são habitacionados, não apresentando alterações de forma observacional, considerados hígidos, para a manipulação por parte dos acadêmicos. Concebendo que as mastites clínica e subclínica em bovinos leiteiros levam a grandes perdas econômicas aos produtores, que foi realizado a respectiva pesquisa, empregando a TI, o teste do tamis e o CMT (Rezende *et al.*, 2022).



Dentro dos valores de referências disponibilizados através de literatura, foi considerado que os quartos mamários que apresentassem temperatura média/superior de 35,8 °C, sendo ratificado pelo CMT, uma CCS maior que 400.000 células/mL, eram animais que seriam classificados com o diagnóstico de mastite subclínica. Os animais que apresentassem temperatura média/superior de 35,8 °C e receberam valor (+) no teste caneca preta, apresentariam o diagnóstico de mastite clínica. O valor menor que 35,8 °C e a CCS menor que 400.000 células/mL, são representativos para animais saudáveis (Leão *et al.*, 2015).

Tabela 02. Temperatura média em °C da unidade experimental (quartos mamários), teste do tamis, CMT e diagnóstico final dos respectivos animais utilizados no experimento:

Animal	Temperatura \bar{x} °C	Teste do Tamis	CMT	Diagnóstico
Girolando-Vaca-DNCH042	35,9 °C	(-)	(3 e +) - Posterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH245	36,1 °C	(+) Posterior Direito	(3 e +) - Posterior Esquerdo (2 e +) - Anterior Direito (3 e +) - Posterior Direito	Mastite Clínica
Girolando-Vaca-DNCH328	35,8 °C	(-)	(2 e +) - Anterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH303	37,5 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Esquerdo	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH190	37,4 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Esquerdo (1 e +) - Posterior Esquerdo (2 e +) - Anterior Direito (2 e +) - Posterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Novilha-1294BJ	37 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Novilha-1375BJ	36,7 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Esquerdo (1 e +) - Posterior Esquerdo (2 e +) - Anterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-3077AN	35,8 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Esquerdo (1 e +) - Posterior Esquerdo (3 e +) - Anterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH112	36 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Direito	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH035	34,1 °C	(-)	(-) Todos os quartos	Saudável
Girolando-Vaca-1295BJ	36,7 °C	(+) Anterior Esquerdo	(2 e +) - Anterior Esquerdo (2 e +) - Anterior Direito	Mastite Clínica
Girolando-Vaca-DNCH453	37,9 °C	(-)	(1 e +) - Anterior Esquerdo (3 e +) - Posterior Esquerdo	Mastite Subclínica
Girolando-Vaca-DNCH364	38 °C	(-)	(2 e +) - Anterior Esquerdo (1 e +) - Posterior Esquerdo (1 e +) - Anterior Direito (T e +) - Posterior Direito	Mastite Subclínica

Legenda: Teste do Tamis - Resultados positivos receberam valor (+) e o negativo (-).

California Mastitis Test (CMT) - O símbolo (-) = reação completamente negativa, a letra T = traços de uma reação, a pontuação 1 = reação fracamente positiva, a pontuação 2 = reação distintamente positiva, a pontuação 3 = reação fortemente positiva, o símbolo (+) = leite de pH alcalino, e a letra Y = leite de pH ácido.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A TI tem sido utilizada com sucesso em diversas áreas da produção animal, onde medir flutuações na transferência de calor e no fluxo sanguíneo através da detecção de pequenas alterações na temperatura corporal permite mapear alterações térmicas e identificar transtorno

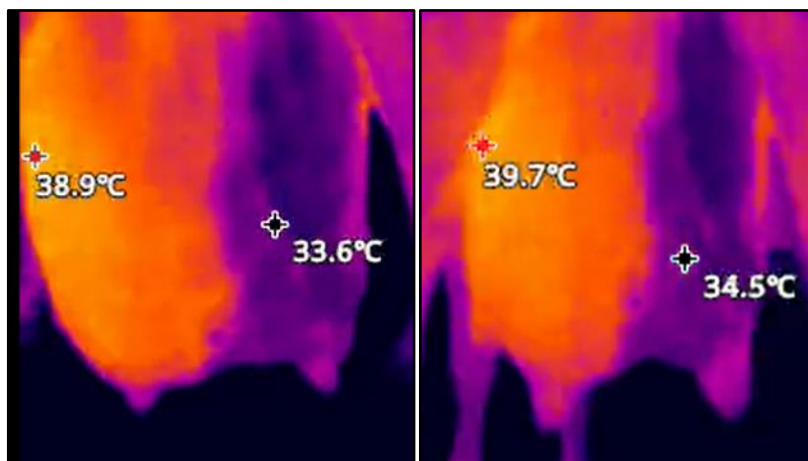
Tema: Inteligência artificial: impactos sociais e ético-legais.



inflamatórios/vasculares. As modificações fisiológicas nos animais podem ocasionar alterações no fluxo sanguíneo, que em síntese, resultam em conversões sutis da temperatura da superfície corporal (Souza *et al.*, 2022).

Assim a TI permite detectar pequenas variações de temperatura, auxiliando no diagnóstico de processos inflamatórios em um estágio inicial, antes que desponhem sinais clínicos mais pronunciados. A mastite, por se tratar de um processo inflamatório, enquadra-se como passível de detecção pela TI. O diante estudo conseguiu relacionar a variação na temperatura da superfície do úbere com os níveis CCS do leite. Encontrando uma correlação positiva, observando que, quando os níveis de células somáticas aumentaram, os valores de temperatura máxima seguem a mesma tendência. A partir da monitoração, constatou-se que a média da temperatura da superfície do úbere nos quartos afetados com mastite foi significativamente mais alta que a temperatura nos quartos sadios (Souza *et al.*, 2022).

Figura 01. Imagens termográficas da parte caudal do úbere de vaca com quarto mamário posterior esquerdo apresentando o diagnóstico de mastite com temperatura entre 38,9-39,7°C, e quarto mamário posterior direito saudável, temperatura entre 33,6-34,5 °C:



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ressalta-se como importante, que dos animais utilizados nos experimentos durante a coleta de dados, pôde-se observar que somente uma unidade apresentava-se saudável, o que indica uma alta incidência para o diagnóstico de mastite na propriedade. Dos 14 animais, treze exibiam a temperatura média dos quartos mamários $\geq 35,8$ °C, indicando uma das formas de mastite, sendo o diagnóstico respaldado pela confirmação dos testes do tamis e CMT. A detecção de mastite em rebanhos leiteiros através da medição da temperatura da superfície do úbere tem um alto valor diagnóstico preditivo, porém deve ser alicerçado aos testes do tamis,



CMT e CCS. Pois a confiabilidade do método em animais com diferentes características corporais, fisiológicas e de condicionamento, precisa ser determinada de forma particular (Souza *et al.*, 2022; Ribeiro *et al.*, 2023).

Ao final do experimento, houve a indicação da adoção de práticas para o controle da mastite, metodologias que promovem um significativo incremento à saúde do rebanho, à saúde pública e ao aumento na produtividade. Sendo esses, o manejo frente a linha de ordenha, onde a mesma deve ser instituída, ou seja, ordenhar primeiramente os animais sadios e depois aqueles com mastite subclínica, de forma a auxiliar o controle da doença. Os tetos dos animais, devem passar pelo pré e pós-*dipping* rotineiramente e a realização da avaliação microbiológica para detectar o possível microrganismo causador e assim realizar a prescrição médico veterinária específica ao combate do agente etiológico (Souza *et al.*, 2022).

Outras medidas de destaque que podem ser instituídas são: descarte de animais com mastite crônica ou com mais de três casos clínicos na mesma lactação, tratamento adequado e imediato de todos os doentes, adoção de terapia da vaca seca para todos os animais do rebanho, correta manutenção e higienização do ordenhador e equipamento de ordenha. Dessa forma, quando se objetiva prevenir a ação dos agentes patogênicos da mastite sobre os animais, utilizam-se as medidas de higiene e de profilaxia sanitária, e quando se pretende manter os animais aptos a resistir à ação dos patógenos, são utilizadas as medidas de profilaxia médica (Netto; Brito; Figueiró, 2006).

Deste modo para maximizar a produtividade na pecuária leiteira o manejo sanitário deve ser realizado considerando as ocorrências da doença no rebanho, pois somente com os dados e informações documentadas, é que se pode analisar e tomar iniciativas para suprimir ou implementar medidas a fim de evitar que os animais venham a contrair a mastite, que independente da sua forma, prejudica a produção leiteira (Souza *et al.*, 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dessa tecnologia, TI, mostra-se promissora na identificação de condições não saudáveis da mama (úbere), como as mastites. No entanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar a aplicabilidade deste método em focos comerciais, considerando ainda o alicerce dos resultados as técnicas do tamis, CMT e CCS. Evidenciando assim, que a produção está alicerçada em quatro pontos chaves: genética, nutrição, sanidade e manejo, amparados pela tecnologia.



REFERÊNCIAS

FONTELLES, Mauro José *et al.*. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Mikefox**, Belém-Pará, 2009.

LEÃO, Juliana Mergh *et al.*. Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, 79, dez., 2015.

LOCATELLI, Jaine Fernanda Pires *et al.*. Importância do pré-*dipping* e pós-*dipping* no controle da mastite bovina. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 9(12):31100-31107, 2023.

MARTINS, Rodrigo Prado *et al.*. Prevalencia e etiologia infecciosa de mastite bovina na microrregião de Cuiaba-MT. **Ciência Animal Brasileira**, 11, (01): 181-187, 2010.

NETTO, Francelino Goulart da Silva; BRITO, Luciana Gatto; FIGUEIRÓ, Marivaldo Rodrigues. Manejo da vaca leiteira. **Comunicado técnico Embrapa**. Porto Velho, RO, 2006.

OLIVEIRA, Gabriela Capriogli *et al.*. 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(03):74-74, 2016.

PERES NETO, Floriano; ZAPPA, Vanessa. Mastite em vacas leiteiras: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, 16:1679-7353, 2011.

RIBEIRO, Isabele Pessoa *et al.*. Termografia infravermelha na detecção de mastite clínica e subclínica em bovinos de leite: comparação entre as raças Girolando e Jersey. **Revista Ciência animal brasileira**, Adamantina, São Paulo, 24: e-76726P, 2023.

REZENDE, Elisa de Souza Junqueira *et al.*. Análise de associação entre imagens termográficas e diagnóstico de mastite. **Brazilian Journal of Development - BJD**, Curitiba, 08(03):15532-15542 mar., 2022.

SOUZA, Hâmara Milaneze de *et al.*. Termografia infravermelha aplicada ao diagnóstico de mastite subclínica. **Ciência Animal**, 32(02): 101-109, abr./jun., 2022.