



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ZOOTECNIA**

**ARTHUR DA SILVA PIMENTEL**

**MENSURAÇÃO DE IMAGENS TÉRMICAS CORPORAIS EM BÚFULAS (*Bubalus bubalis*) POR TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

**RIO LARGO  
2023**

**ARTHUR DA SILVA PIMENTEL**

**MENSURAÇÃO DE IMAGENS TÉRMICAS CORPORAIS EM BÚFULAS (*Bubalus bubalis*) POR TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharia e Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de zootecnista.

Orientadora: Prof.Drª. Angelina Bossi Fraga

**RIO LARGO  
2023**

**Catalogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

P644m Pimentel, Arthur da Silva

Mensuração de imagens térmicas corporais em búfalos (*Bubalus bubalis*) por termografia infravermelha. / Arthur da Silva Pimentel – 2023.

39f.; il.

Monografia de Graduação em Zootecnia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2023.

Orientação: Dra. Angelina Bossi Fraga

Inclui bibliografia

1. Búfalos. 2. Zootecnia de precisão. 3. Temperatura retal. I. Título

CDU: 636.293.2

**ARTHUR DA SILVA PIMENTEL**

**MENSURAÇÃO DE IMAGENS TÉRMICAS CORPORAIS EM BÚFULAS (*Bubalus bubalis*) POR TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC  
apresentado a Universidade Federal de  
Alagoas - UFAL, Campus de Rio Largo como  
requisito parcial para a obtenção do grau de  
Bacharelado em Zootecnia.

Data de Aprovação: 22/08/2023

**Banca Examinadora**

---

Profª.Drª. Angelina Bossi Fraga  
Orientadora-CECA/UFAL

---

Profª.Drª. Sandra Roseli Valerio Lana  
Membro titular- CECA/UFAL

---

Drª.Sybelle Georgia Mesquita da Silva

``Para que as pessoas saibam que só tu, cujo  
nome é JEOVÁ, somente tu és o altíssimo sobre  
toda a terra ``

(Salmo 83:18)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Jeová, por me dar forças todos os dias para enfrentar as dificuldades.

À minha mãe, Adriana Pimentel, e meu pai, Marinaldo Pimentel, que apesar de todas as dificuldades, sempre estiveram ao meu lado, dando suporte em tudo, por estar ao meu lado nessa fase importante em minha vida, por toda força, carinho e apoio!

Ao meu irmão, Davi Pimentel, pelo incentivo e paciência nos momentos em que precisei.

Aos meus colegas, Esly Soares, Lucas Arruda, Thamires, Ingrid Laís, Alexsandra pela amizade, companheirismo e apoio durante toda a graduação juntos conseguimos vencer todos os desafios.

A minha orientadora, a Profa. Dra. Angelina Bossi Fraga, pela orientação, conselhos, dedicação, paciência e confiança depositada desde o momento que nos conhecemos.

Todas as pessoas do grupo de pesquisa gostariam de agradecer especialmente ao Breno e a Neuriane, que nunca desistiu do nosso trabalho e sempre me ajudou em cada passo dessa monografia.

Ao CECA/UFAL, pela oportunidade e o conhecimento que me deram.

À Fazenda Castanha Grande por disponibilizar os animais e o espaço para a realização dessa pesquisa.

A todos que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

O monitoramento da variação da temperatura corporal dos búfalos tem importante contribuição na prevenção e diagnósticos de doenças na fase inicial, estresse térmicos e adaptabilidade dos animais. A medição da temperatura corporal dos animais em campo, geralmente, pode ser demorada e há necessidade do uso de técnicas invasivas. Essas técnicas, além de provocar estresse aos animais, podem ter elevado custo operacional. A termografia infravermelha (TIV) na produção animal é uma ferramenta inovadora, de baixo custo, rápida, eficiente e fornece informações importantes de alterações térmicas do corpo sem a necessidade de contato físico com os animais. O objetivo do presente estudo foi medir as temperaturas superficiais das regiões do corpo de búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) usando a termográfica infravermelha visando desenvolver um método de detecção de temperatura rápido, eficaz e com precisão. Foram coletadas temperaturas infravermelhas superficiais de 12 búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) das seguintes regiões corporais: flanco direito (FD), flanco esquerdo (FE), olho direito (OD), olho esquerdo (OE), vulva (VU), espelho nasal (EN) e região da testa (RT) utilizando uma câmera termográfica modelo (FLIR® TG165). Além das temperaturas infravermelhas foram mensuradas a temperatura retal (TR) dos animais, temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR%). Os resultados revelaram que as temperaturas mais elevadas foram nas regiões dos olhos e vulva. Todas as regiões corporais em estudo apresentaram menor temperatura no mês de maio, correspondendo a estação do inverno, caracterizada por baixas temperaturas. Pode-se concluir que com o uso da termografia infravermelha foi possível a identificação de variações térmicas nas regiões corporais estudadas nas búfalas.

**Palavras-chave:** *Bubalus bubalis*. zootecnia de precisão. temperatura retal.

## ABSTRACT

Monitoring the variation in body temperature in buffaloes makes an important contribution to the prevention and diagnosis of diseases in the initial phase, heat stress and the animals' adaptability. Measuring the body temperature of animals in the field can usually be time-consuming and require the use of invasive techniques. In addition to causing stress to the animals, these techniques can be costly to operate. Infrared thermography (IVT) in animal production is an innovative, low-cost tool that is fast, efficient and provides important information on thermal changes in the body without the need for physical contact with the animals. The aim of this study was to measure the surface temperatures of the body regions of mixed-breed buffaloes (Murrah x Jafarabadi) using infrared thermography in order to develop a fast, effective and accurate temperature detection method. Surface infrared temperatures were collected from 12 mixed-breed buffaloes (Murrah x Jafarabadi) from the following body regions: right flank (FD), left flank (FE), right eye (OD), left eye (OE), vulva (VU), nasal mirror (EN) and forehead region (RT) using a thermographic camera model (FLIR® TG165). The results showed that the highest temperatures were in the eye and vulva regions. All the body regions under study showed lower temperatures in May, corresponding to the winter season, characterized by low temperatures. It can be concluded that the use of infrared thermography made it possible to identify thermal variations in the body regions studied in buffaloes.

**Keywords:** *Bubalus bubalis*; precision zootechnics; rectal temperature

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1-Câmera termográfica utilizada na mensuração das temperaturas infravermelhas (A), termômetro digital clínico utilizado na obtenção da temperatura retal dos animais (B). Termohigrômetro digital usado nos registros das informações meteorológicas (C).....	25
Figura 2-Imagen termográficas das regiões anatômicas.....	26
Figura 3-Mensuração da temperatura no Flanco esquerdo.....	27
Figura 4-Registro da temperatura infravermelha do espelho nasal.....	27
Figura 5-Imagen termográfica (termograma) de infravermelho do olho esquerdo da búfala mestiça Murrah, ao lado de imagem real da mesma área.....	28
Figura 6-Tabela de anotações referente ao mês de novembro de 2020.....	29

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1-Análises descritivas e estatísticas das temperaturas infravermelha das regiões corporais, temperaturas retais mensuradas em búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) de acordo com o mês e ano da coleta dos dados. ....	30
Tabela 2-Estatística descritiva da temperatura infravermelha das regiões corporais, temperatura retal mensuradas em búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) mensurados nos meses de novembro de 2020, janeiro, março e maio de 2022. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1	Objetivo Geral.....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3.1	Termografia Infravermelha .....	15
3.2	Aplicabilidade de TIV na pecuária .....	17
3.3	A Utilização da Termografia Infravermelha Durante o Processo de Reprodução e Lactação de Vacas Leiteiras.....	19
3.4	A Importância Econômica da Criação de Búfalas nas Regiões Brasileiras ..	20
3.5	Manejo de Produção de leite das búfalas, sem o bezerro ao pé, usando a “ama de leite” e “curral de reconhecimento” .....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
4.1.1	Local .....	24
4.1.2	Animais .....	24
4.1.3	Materiais.....	24
4.2	Mensuração das temperaturas corporais .....	25
4.3	Registro e das informações e análise de dados .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O búfalo (*Bubalus bubalis*) é um animal conhecido pela sua rusticidade a ambientes adversos, apresentando-se como uma opção para o aproveitamento de áreas às quais os bovinos não se adaptam (DAMASCENO et al., 2015). Os búfalos tem grande importância em vários países, principalmente para o desenvolvimento socioeconômico, sendo encarado como um produto sustentável, de baixo investimento inicial e de fácil adoção pelos os proprietários rurais (BRONDI et al., 2013).

O adestramento do búfalo (*Bubalus bubalis*) se deu entre 2500 e 1400 a. C., especialmente na Índia e na China, que aponta uma longa história de relação com o homem. A contar desse momento, a criação de bubalinos espalhou pelo mundo, concebendo fontes de alimentação de alto valor biológico, como leite e carne, e força de trabalho (COCKRILL, 1984).

O rebanho bubalino brasileiro foi introduzido no Brasil ao final do século XIX, na Ilha de Marajó, Estado do Pará, estando agora disperso em todo o País (Amorim Junior et al., 2002). A produção de leite bubalino no Brasil vem ganhando destaque nos últimos anos, principalmente, destinado à produção de derivados. De acordo com Ménard et al. (2010), o leite de búfala contém 7,3% e 4,5% de gordura e proteína, enquanto o leite de vaca contém 4,1% e 3,3% de gordura e proteína, respectivamente. Calcula-se que para de produzir 1kg de manteiga são necessários 10kg de leite de búfala, enquanto essa mesma quantidade de manteiga, são necessários 14kg de leite de vaca, sendo essa propriedade um atributo importante para a indústria de laticínios (Amorim Junior et al., 2002)

A preferência por áreas alagadas é um comportamento pertinente dessa espécie, isso ocorre porque os búfalos possuem menor número de glândulas sudoríparas quando comparados aos bovinos, e sua pele escura possui uma cutícula espessa que os tornam eficientes na termorregulação inferior. Assim, conforme relatou Thomas (2004), os búfalos buscam a água para se refrescar e se protegerem de insetos e parasitas.

Os búfalos são homeotérmicos, porém sofrem estresse térmico quando se submetem a altas temperaturas do ambiente e elevada umidade do ar (CHACUR et al, 2016; MORAES JÚNIOR et al., 2015). Cerca de 85% dos búfalos são criados na zona da superfície terrestre instalada no meio dos trópicos de Câncer e Capricórnio,

ou seja, na zona intertropical, caracterizada por altas temperatura e umidade do ar (GARCIA, 2013). No processo de ordenha, percebe-se que as búfalas, que ficam na sala de espera, são expostas às condições de altas temperaturas por longo período, bem como as que ficam no pasto. Consequentemente, antes de serem ordenhados, estes animais passam por um período de estresse que pode interferir os seus índices produtivos. Por isso, Estudos relacionados à alteração das variáveis fisiológicas e comportamentais de búfalas leiteiras durante o processo de ordenha são importantes, visto que podem contribuir na adequação do microclima local onde estes animais estão inseridos.

Com a ampla inserção de equipamentos eletrônicos na pecuária para monitoramento, tais como: computadores, programas computacionais, câmeras de vídeo, aparelhos de ultrassonografia e demais dispositivos de precisão, o termo “pecuária de precisão” e dentro dela a “reprodução de precisão”, têm sido aliados do criador e dos profissionais da área. Esses equipamentos auxiliam na identificação de alterações no comportamento e parâmetros fisiológicos dos animais, como a temperatura da superfície corporal, quando esses animais estão sob estresse térmico, ou com sinal clínico, como a febre (CHACUR et al., 2016). Além disso, e o uso de equipamentos pode ser realizado como ponto de exame complementar ou como exame de auxílio na triagem em situações específicas na rotina. Dos exames complementares de imagem, a termografia digital de infravermelho é uma das opções para mensurar a temperatura da superfície do corpo de animais com acurácia e de modo não invasivo, podendo ser realizada diversas vezes, sem efeito colateral ou risco para a saúde do animal.

A TIV é uma ferramenta fácil de ser conduzida, sendo capaz de detectar pequenas alterações de temperaturas corporais, como resultado de alterações fisiológicas emitidas como radiação infravermelha (LUZI et al., 2013; MCMANUS et al., 2016). É uma importante ferramenta que pode ser empregada em diagnóstico precoce de doenças, estresses e alterações metabólicas, devido as alterações do fluxo sanguíneo e taxa de metabolismo do tecido, alterando principalmente as temperaturas das extremidades corporais (LUZI et al., 2013). A Termografia Infravermelha (TIV) tem mostrado uma redução significativa nos níveis de estresse por manejo em diversas espécies, por não necessitar de contenção ou sedação dos animais (CILULKO et al., 2013).

Essa ferramenta poderá ser utilizada em futuros estudos para o diagnóstico de alterações da temperatura em búfalas, com as vantagens de: reduzir o uso de técnicas invasivas no diagnóstico de doenças; reduzir o descarte do leite, melhorando os índices produtivos da bubalinocultura; diminuir custos com análises e mão-de-obra qualificada; reduzir o tempo de espera por resultados auxiliando a rápida condução do tratamento dos animais, evitando complicações de saúde, contaminação entre os animais do rebanho e diminuindo prejuízos. Além disso, o emprego da termografia em fazendas comerciais pode contribuir para a redução da contaminação ambiental pela redução e/ou substituição de reagentes utilizados nos diagnósticos de doenças, inflamações, infecções ou identificação de animais em estresse térmico

Frente a isso, o objetivo desse estudo é fazer um mapa das temperaturas superficiais do corpo de búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) usando a termográfica infravermelha, visando desenvolver um método de detecção de temperatura rápido, eficaz e com precisão.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Fazer as medidas das temperaturas superficiais do corpo de búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) usando a termográfica infravermelha visando desenvolver um método de detecção de temperatura rápido, eficaz e com precisão.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Termografia Infravermelha

A termografia infravermelha (TIV) é uma ferramenta não invasiva que usa radiação infravermelha para medir mudanças de temperatura e a faixa de produção diferencial de calor. O infravermelho é uma frequência eletromagnética irradiada pelo corpo humano, cuja intensidade depende da faixa de temperatura que está sendo analisada. Desse modo, a partir de imagens obtidas com equipamentos de imagem térmica, é possível delimitar regiões quentes ou frias na faixa de temperatura de -40 a 1500°C (ROBERTO e DE SOUZA et al., 2014).

A radiação infravermelha tem uma dimensão de onda maior (1 a 1.000 m) do que a luz visível (0,4 a 0,7 m). Para estimar as temperaturas dos objetos na superfície da Terra na faixa de -10 a 50º C, a grandeza de onda mais apropriados estão em torno de 9-11 m, dado que esta é a região de pico de emissão espectral (SPEAKMAN e WARD, 1998). Como esses comprimentos de onda estão na faixa de infravermelho do espectro eletromagnético, a comparação da radiação exposta por esses objetos é chamada de termografia infravermelha.

As câmeras termográficas verificam o calor concebido e por meio de algoritmos, a imagem em escala de cinza é moldado em uma imagem colorida, tornando-se visível ao operador (LUDWIG, 2013).

Todo corpo detém um atributo de lançar e absorver calor, sendo essa chamada de emissividade, que compreende uma escala de zero para refletir completamente a 1,0 para absorção completa (BLAXTER, 1962) A emissividade espectral muda em função da temperatura e do acabamento superficial dos materiais em análise, uma vez que tecidos animais e vegetais possuem os mesmos valores pois são muito equivalentes devido ao alto teor de água presente nos tecidos vivos.

As primeiras câmeras de infravermelho foram criadas na Alemanha para uso militar durante da segunda guerra mundial. Ao longo da revolução industrial a primeira indústria que introduziu as câmeras termográficas nos trabalhos foi a elétrica, que usufruíram da termografia para detectar os pontos quentes de conexões elétricas em alojamentos e conserto (RICCA, 2013)

As câmeras termográficas foram utilizadas nas apurações ordenadas de camadas internas e armação de edifícios históricos, na localização do padrão de

rompimentos, deformação de superfície, locomoção de pisos e na determinação e controle da infiltração de umidade em superfícies (ROSINA, 2013).

Na área das utilidades biológicas, a termografia infravermelha pode ser utilizada na análise de variações na transpiração foliar, sendo que no exame em escala de campo, alteração nas condições ambientais (nuvens, vento, irradiação solar) devem ser consideradas, a fim de que não interfiram ou acarretem viés aos resultados (LUDWIG, 2013).

Nas décadas de 50, algumas pesquisas já apontavam que câmeras de infravermelho poderiam ser praticadas em humanos, para descobrir os estágios iniciais de determinados tipos de câncer, além do que células cancerígenas possuem grande circulação sanguínea, variando os processos de dissipação de calor na superfície analisada (RICCA, 2013).

A termografia possui variadas aplicações biológicas, com alto potencial no diagnóstico e prevenção de diversas enfermidades como a inflamação ou sinais patológicos subclínicos (MANUS et al., 2016).

Uma das razões que introduziram a termografia infravermelha no âmbito zootécnico é sua habilidade de definir medidas do real estado dos animais por meio de sintomas não invasivos, segurando dados que não interfiram diretamente nos organismos, evitando reações precedentes ao estresse.

A termorregulação é um dos vitais mecanismos de pronta transferência de calor entre o meio interno e externo, e a temperatura dos tecidos biológicos pode ser abalada pelos processos fisiológicos por meio de mudanças no fluxo sanguíneo em determinada região. O calor exercido em uma ação inflamatório é levado para os tecidos adjacentes como a pele, mediante a dilatação dos vasos capilares (BATISTA et al., 2015).

Processos inflamatórios podem ser identificadas em regiões com aumentos na temperatura da superfície de modo que tecidos inflamados apresentam alterações na vascularização da pele e fluxo sanguíneo ocasionando vasodilatação. A termometria permite avaliar essas alterações por meio das variações de temperatura no local afetado (MANUS et al., 2016)

A coordenação de estudo da termografia possibilita diagnosticar a ocorrência de laminites em vacas, revelar inflamações na glândula mamária (DALTRO, 2017), diagnosticar mastite subclínica por meio de análises de temperatura da superfície do úbere, sendo esse correspondente ao California Mastitis Test (CMT) (BASTOS et al.,

2015), bem como confirmam a correlação com as classes de contagem de células somáticas em amostras de leite.

Resultados positivos também foram descobertos na detecção precoce de animais contaminados com o vírus da diarreia viral bovina e febre aftosa, por meio da temperatura ocular de bezerros bovinos, sendo que a termografia infravermelha facilitou identificá-los dias antes de manifestarem sinais clínicos (LOWE et al., 2016).

Rekant et al. (2016) expõe variados métodos de utilização da termográfica infravermelho na indicação de doenças respiratórias, raiva, tuberculoses, laminites, e dilacerações teciduais.

A verificação de temperatura da superfície corporal é considerada ágil e sem dificuldade, em paralelo a determinados métodos comuns utilizados para medir a temperatura e produção de calor que podem ocasionar alterações devido ao manejo do animal, como a frequência respiratória e temperatura retal (CHURCH et al., 2014; ROBERTO E DE SOUZA, 2014)

Processos fisiológicos e metabólicos estão agregados as alterações de temperatura superficial do corpo dos animais, como descreve Talukder et al. (2014), que por meio da análise da temperatura da vulva determinaram a ocorrência de cio prever a ovulação.

A quantidade e circulação de sangue na região do escroto interfere na termorregulação e podem variar com mudança da temperatura ambiente. Pesquisas analisando imagens termográficas dessa determinada região apresentam correlação, em touros Braford (MENEGASSI et al., 2015) e em touros bubalinos.

A análise de animais por meio de equipamentos termográficos vem sendo cada vez mais exercida com o objetivo de constatar possíveis correlações dentro do âmbito produtivo. É provável encontrar estudos de imagens termográficas nas mais diversas espécies que comprovam a versatilidade em revelar variações anormais de temperatura em pontos anatômicos dos animais (MC MANUS et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2018).

### **3.2 Aplicabilidade de TIV na pecuária**

A termografia de infravermelho em fêmeas da espécie bubalina, quanto ao uso desse exame de imagem são descritos abaixo como um procedimento que auxilia no manejo reprodutivo e monitoramento da saúde em animais de interesse zootécnico.

A análise clínico-reprodutiva de fêmeas que serão utilizadas para fins de multiplicação de rebanhos é exercidos com mecanismos traçados na semiologia que contém o exame do aparelho reprodutor feminino, denominado exame ginecológico o qual, à critério zootecnista, pode ser somado aos exames complementares de imagem como a termografia de infravermelho (CHACUR et al., 2016).

Uma serventia da termografia de infravermelho no manejo reprodutivo de vacas de leite diz respeito às distinções de temperatura da superfície do corpo durante o estro, no aspecto dos sinais do cio, contando a possibilidade de usufruir a termografia por infravermelho na detecção do estro (HURNIK et al., 1985). Atualmente, câmeras de infravermelho são instaladas em pontos estratégicos em áreas da propriedade rural em ordenhadeiras, bebedouros, cochos e áreas de repouso para monitorar a temperatura de animais.

Um dos mecanismos para o diagnóstico precoce da mastite subclínica em vacas consta na determinação da temperatura da glândula mamária com termografia por infravermelho. Empregando um modelo para o estudo da mastite, induzida por endotoxina, Scott et al. (2000) apuraram que a inflamação da glândula mamária pode ser descoberta a partir de diferenças de temperatura com a termografia por infravermelho de forma precoce, em relação ao clássico método da contagem de células somáticas (CCS) no leite.

De acordo com Gill et al. (1990) este é um ponto a ser consagrado, pois a mastite influencia no bem-estar animal e causa perdas econômicas para a indústria de laticínios. Berry et al. (2003) desfrutaram da termografia por infravermelho para estudar os efeitos de fatores ambientais na variação diária da temperatura da glândula mamária, relatando um ritmo circadiano da temperatura do teto e um aumento significativo na temperatura do úbere causada pelo exercício físico. A variação na temperatura do úbere foi inferior ao aumento da temperatura resultante de uma resposta à mastite induzida, concluindo que a termografia por infravermelho é uma ferramenta de detecção precoce da mastite subclínica, se associada ao monitoramento da temperatura ambiente.

No Brasil, em vacas de leite, propôs-se pesquisar as alterações fisiológicas da temperatura da superfície da glândula mamária, vulva, pelve, ísquio, tórax e abdômen

com termografia digital por infravermelho e a influência de fatores climáticos nessas temperaturas. As áreas do corpo analisadas pela termografia por infravermelho descreveram temperaturas diferentes, em uma mesma colheita de dados, mostrando variações fisiológicas de temperatura que auxiliam na avaliação clínica de cada uma das áreas examinadas.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar transmitem na temperatura retal e de áreas da superfície do corpo. As imagens termográficas foram preservadas e demandado com agilidade e de forma prática, recomendando-se o uso da termografia por infravermelho de rotina como exame de imagem complementar ao exame clínico da glândula mamária e de áreas do corpo em vacas de leite (CHACUR et al., 2016a).

### **3.3 A Utilização da Termografia Infravermelha Durante o Processo de Reprodução e Lactação de Vacas Leiteiras**

De acordo com Hurnik (2005) a termografia por infravermelho pode ser empregada em rebanhos bovinos habilitado na produção de leite, como exame por imagem para auxiliar na detecção precoce do estro, com reflexos positivos na serventia reprodutiva, no diagnóstico precoce de processos inflamatórios da glândula mamária e no auxílio diagnóstico de afecções do aparelho osteomuscular que pode levar o animal a apresentar claudicação.

O diagnóstico precoce da mastite subclínica em vacas é importante para impedir a evolução da inflamação para o quadro clínico, e evitando que outros animais sejam infectados pelos agentes etiológicos causadores da inflamação, (GILL et al., 1990).

Segundo Marieb (2014) um sintoma clínico presente no processo de inflamação é a elevação da temperatura na área acometida. Assim, um método eficaz para a indicação precoce de mastite se baseia na mensuração da temperatura da superfície da pele da glândula mamária de vacas de leite com termografia por infravermelho, onde a câmera termográfica capta e registra as temperaturas das áreas examinadas do animal.

Scott et al. (2000) valida que ao usufruir um molde biológico de indução de mastite causada pelo agente bacteriano *Escherichia coli* lipopolissacarídeo (LPS), averiguaram que a inflamação pode ser descoberta a partir de diferenças de temperatura da pele da glândula mamária com termografia por infravermelho, de

forma precoce em relação ao exame de CCS ou do teor de albumina de soro bovino (ASB), e que a temperatura se elevou em 2,3°C na superfície da pele do quarto mamário que recebeu a cepa de bactérias, em relação à temperatura dos quartos não expostos a cepa de bactérias.

Seguindo na mesma linha de pesquisa de mastite com infusão de cepa bacteriana na glândula mamária, Hovinen et al. (2008) usaram cepa de *E.coli* LPS no quarto mamário anterior esquerdo, e observaram elevação entre 1,0 e 1,5°C na temperatura, mensurada com termografia por infravermelho desse quarto infectado, em relação aos quartos não infectados.

No Brasil, em vacas da raça Holandesa, Bastos et al. (2015) efetuaram que a termografia digital por infravermelho deve ser utilizada como exame complementar da glândula mamária objetivando a detecção precoce da elevação da temperatura da superfície da pele, contribuindo para o manejo preventivo da mastite subclínica nas granjas de leite.

Conforme Berry et al. (2016) ao estudar as aplicações de fatores ambientais sobre a alteração diária da temperatura da glândula mamária, informando padrão circadiano da temperatura da pele da glândula, observaram que houve aumento da temperatura da glândula mamária após exercício físico. Os pesquisadores buscavam avaliar a mudança de temperatura ao longo do dia em glândulas mamárias sadias e com mastite, induzida com cepas de bactérias. Eles concluíram que a termografia por infravermelho é uma ferramenta de detecção precoce de mastite subclínica, quando realizada junto com o monitoramento da temperatura ambiente.

### **3.4 A Importância Econômica da Criação de Búfalas nas Regiões Brasileiras**

A população de búfalos no mundo é de 201,1 milhões (FAO, 2018). Desse total, o continente asiático (Índia, Paquistão e China) é responsável por 96,9%. Na Índia por exemplo, 57% do leite produzido é de búfala.

Segundo a Associação Brasileira dos Exportadores de Carne, (2018), O Brasil possui o maior rebanho bubalino do mundo ocidental, com um rebanho de 1,4 milhão de búfalos. O Pará tem a maior concentração de rebanhos bubalinos, com mais de 400.000 animais, seguido pelo Amapá, com 270.000 búfalos. Os rebanhos dos dois estados equivalem a 85% do gado da região norte do país.

A espécie bubalina tem demonstrado que tem espaço garantido como opção na pecuária brasileira. No que diz a respeito a seus produtos (carne, leite e derivados),

são inquestionáveis a sua superior qualidade, propriedades sensoriais, nutricionais e mesmo funcionais. Por sua avantajada adaptabilidade, mostra-se como opção econômica aos mais diversos ambientes. No que lhe toca a maior rusticidade, apresenta uma resposta satisfatória ao consumir alimentos que não competem com outras espécies e resíduos de agroindústrias que podem causar graves danos ambientais (COELHO, 2019).

A produção anual de carne de búfalo no Brasil é estimada em pelo menos 155.000 toneladas de 743.000 abates (IBGE 1995/96), proporcionando aos produtores uma renda total de aproximadamente US\$ 217 milhões

Sua carne é semelhante de forma organoléptica à carne "magra" de zebu, porém, devido ao amadurecimento precoce de seu abate, costuma se manter tenra e suculenta e apresenta atributos de Ingrediente por categoria funcional de baixo teor de gordura.

|Ainda que a carne desses animais possua notável qualidade organoléptica e reconhecidas características nutricionais, a relativa desorganização deste mercado, não permitindo aos criadores traduzirem essas características em preço e liquidez, contribuindo para um menor ritmo de expansão da atividade. No entanto, este fato tem sido economicamente compensado pela melhor performance zootécnica da espécie, tais como: elevada fertilidade, menor taxa de reposição, maior resistência a doenças e adaptação a ambientes adversos, melhor conversão alimentar e maior velocidade de crescimento, segundo alguns autores, essas características resultam em uma redução até 20%, no custo de produção.

Enquanto se observa uma certa estagnação no consumo de derivados lácteos bovinos no país nos últimos anos, os laticínios que processam leite de búfalos apresentaram entre 2001 e 2005 um crescimento médio anual no leite processado da ordem de 32,3% (ABCB 2022).

Estima-se que a produção de leite de búfalas no Brasil seja de 92,3 milhões de litros, produzidos por cerca de 82.000 búfalas em 2.500 rebanhos, e que existam pelo menos 150 indústrias produzindo derivados de leite de búfalas no país, transformando, anualmente, 45 milhões de litros de leite em 18,5 mil toneladas de derivados, e, gerando um faturamento bruto de U\$ 55 milhões aos laticínios e de cerca de U\$ 17 milhões aos criadores (ABCB,2022).

### **3.5 Manejo de Produção de leite das búfalas, sem o bezerro ao pé, usando a “ama de leite” e “curral de reconhecimento”**

Geralmente as técnicas de manejo feito na produção de leite de búfalas foram adaptadas da produção de bovino de leite. No entanto, existem diferenças anatômicas, fisiológicas e hábito entre bubalinos e bovinos, o que tem causado limitações quanto à adoção de um manejo mais intensa, principalmente de ordenha, para bubalinos. Como na pecuária bovina de leite, que preferiu há décadas pela ordenha sem bezerro ao pé, acreditava-se que a pecuária bubalina teria a mesma disposição, visto a diminuição de custo que esse sistema proporciona. Mas, ao usar os mesmos métodos adotados no gado europeu, muitos produtores não tiveram sucesso. As vacas bovinas leiteiras de origem europeia, espécie *Bos taurus*, sofreram ao longo de séculos modificações impostas pelo homem, que as transformaram em verdadeiras máquinas de produzir leite, sem o impulso do bezerro para o apojo. Já as bubalinas apresentam grande dependência dos bezerros para liberar o leite (COUTO, 2008).

Por essa razão, mesmo tendo a ordenha mecânica ampliado na última década, quase a totalidade das ordenhas de búfalas no Brasil é feita com bezerro ao pé. Na Fazenda Castanha Grande no município de São Luiz de Quitunde-AL, local onde foi realizado a presente pesquisa, foi próspero um sistema de manejo pós-parto, focado na redução do estresse e do apego ao bezerro, visando a ordenha de búfalas sem o bezerro ao pé.

O manejo é baseado na utilização de “curral de esgota”, “curral de reconhecimento” e “amas de leite”. O curral de esgota consiste em um local onde as búfalas recém-paridas são conduzidas diariamente, para esgotar seus úberes. A esgota dos úberes feita por meio da amamentação supervisionada de vários bezerros contribui para o aumento de produção de leite e equilíbrio nutricional dos bezerros. O curral de reconhecimento foi idealizado para que as búfalas não sintam estresse em suas apartações e, como consequência, não cortem as suas lactações.

Localizado na saída da sala de ordenha, abriga os bezerros das fêmeas que estão em lactação. Ao saírem da sala de ordenha em direção ao local da alimentação, as búfalas passam pelo curral de reconhecimento e entram em contato com seus bezerros, sem que esses tenham acesso aos seus úberes.

Ama-de-leite é a búfala que amamenta o bezerro de outra búfala, quando essa passa para o grupo de ordenha. O objetivo é manter o equilíbrio nutricional dos bezerros e estimular a galactopoiese. A proporção utilizada é de uma ama para três bezerros, mas pode variar em função da quantidade de leite produzido pela búfala. Em média, um bezerro deverá mamar de 4 a 5 kg/dia.

À medida que as búfalas vão parindo e a proporção ama/bezerro estiver atendida, a búfala que tiver mais tempo de parida, deixa de ser ama e vai para o lote de ordenha. Todas as búfalas passam pela fase de “amas de leite rotativas”. O nome especifica os casos de búfalas que não se adaptaram à ordenha e que, em função disso, voltaram a ser amas de leite. Elas serão substituídas por outras que estejam como amas e com mais tempo de paridas.

Segundo COUTO (2008) as búfalas, como as vacas zebuínas, geralmente são mais apegadas aos bezerros. Uma apartação abrupta pode provocar estresse nessas fêmeas e, como consequência, o corte na lactação. O sistema de ordenha sem bezerro ao pé usado nesse estudo, evita essa apartação abrupta. As búfalas viram as suas crias todos os dias após a ordenha, ao passarem pelo curral de reconhecimento, o que reduziu o estresse de apartação.

Combillas e Tesorero (2015) citam como vantagens da ordenha com bezerro uma maior produção de leite, um melhor desempenho dos bezerros, e uma menor incidência de mastite. Como desvantagens, citam o manejo complicado na hora da ordenha, principalmente quando os bezerros já estão em um porte maior, e a necessidade de instalações próprias para tal manejo, quando em ordenha mecânica.

Desconforme do que advém com a pecuária bovina de leite, a exploração leiteira bubalina no Brasil ainda é iniciante, o que justifica os poucos trabalhos encontrados na literatura sobre ordenha. Em países com essa atividade há mais tempo, como a Itália, quando a búfala não é estimulada para a ejeção do leite, aplica-se o hormônio ocitocina. A permanência dessa prática tem causado problemas na produtividade futura das búfalas sujeitas a esse tratamento conforme foi discorrido acima por Negrão (2012).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1.1 Local

A pesquisa foi realizada com rebanho bubalino instalado nas proximidades da Cidade de São Luiz do Quitunde região Norte do Estado de Alagoas, Brasil. A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas (CEUA/UFAL) com registro 26/2019 (Aprovado em 14 de novembro de 2019).

A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 04 m e coordenadas geográficas de 09°19'04,8" de latitude sul e 35°33'40,0" de longitude oeste. A precipitação pluviométrica média anual, medida na fazenda, é de 2044,53 mm, com maiores concentrações de chuvas entre os meses de maio a agosto. (COUTO, 2012).

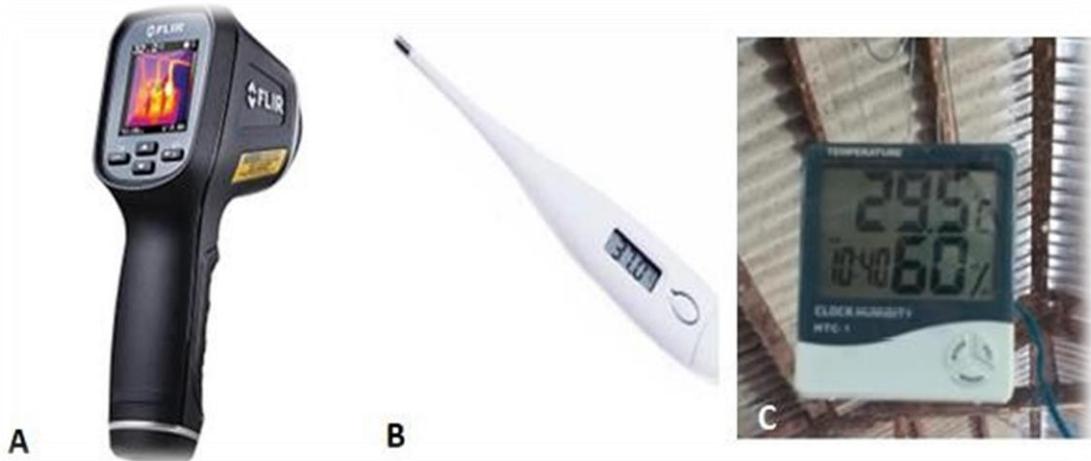
### 4.1.2 Animais

Foram utilizadas 12 búfalas mestiças (Murrah × Jafarabadi) em diferentes estágios produtivo e reprodutivo com escore de condição corporal de 3,5 a 4 (numa escala de condição corporal que varia de 1 a 5, da segunda à quarta lactação, com médias próximas a 2000 kg de leite nas últimas duas lactações. As búfalas eram mantidas em sistema semi-intensivo, recebendo suplementação de volumoso diariamente e ração balanceada durante o experimento. Pela manhã, as búfalas eram conduzidas diretamente do campo para a sala de ordenha, e na hora da ordenha era feita a coleta de dados. À tarde, nas duas horas que antecederam a ordenha, as búfalas eram conduzidas ao curral, onde encontraram, água e sombra. Às 16:00 horas, eram levadas à sala de ordenha, onde foi efetuada a coleta de dados.

### 4.1.3 Materiais

Foi utilizada uma câmera termográfica modelo (FLIR® TG165) com resolução infravermelha de 80 x 60 pixels, precisão de  $\pm 1,5$  °C, sensível a variação térmica de 0,05 °C e capacidade ampla de variação de -20 a 380 °C (Figura 2A). As imagens termográficas foram processadas usando o programa computacional (FLIR® Tools 2.1). A câmera termográfica foi calibrada com coeficiente de emissividade ( $\varepsilon$ ) de 0,98, ideal para estudar a temperatura superficial do corpo animal (DALTRO et al., 2017).

**Figura 1**-Câmera termográfica utilizada na mensuração das temperaturas infravermelhas (A), termômetro digital clínico utilizado na obtenção da temperatura retal dos animais (B). Termohigrômetro digital usado nos registros das informações meteorológicas (C).



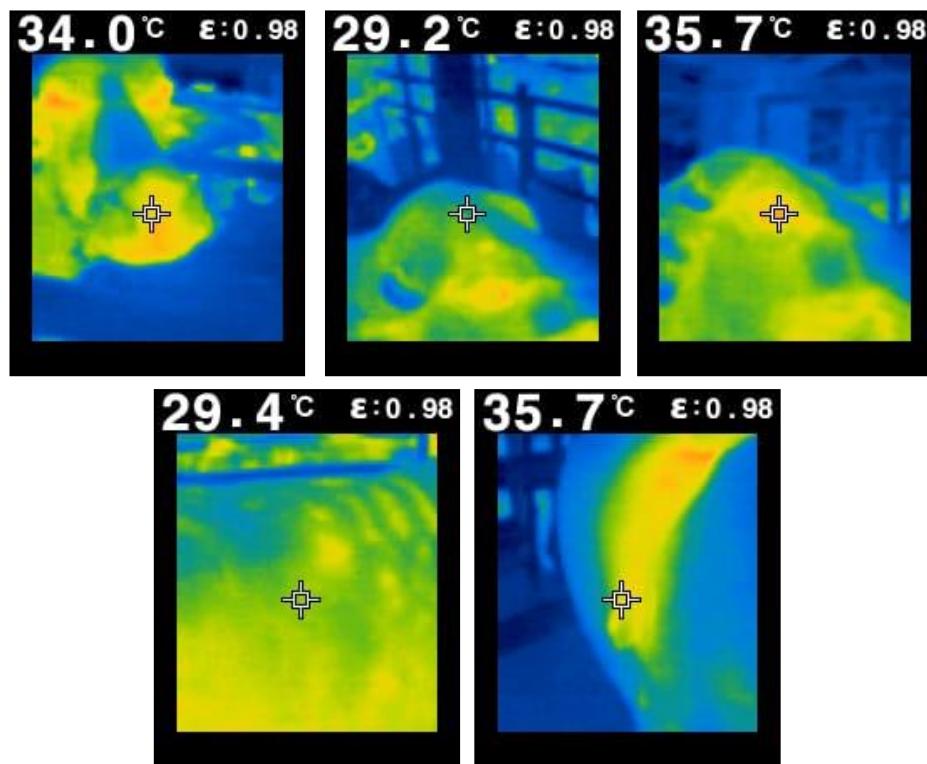
**Fonte:** Imagem extraída da internet.

Além das temperaturas infravermelhas foram mensuradas a temperatura retal (TR), usando um termômetro digital clínico (Figura 2B) e foram registradas informações meteorológicas da temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR%), utilizando um termo-higrômetro digital modelo Valley GT® (Figura 2C), durante as coletas das imagens térmicas dos animais, para avaliar as condições climáticas.

#### 4.2 Mensuração das temperaturas corporais

As imagens térmicas foram coletadas das seguintes regiões anatômica: flanco direito (FD), flanco esquerdo (FE), olho direito (OD), olho esquerdo (OE), vulva (VU), espelho nasal (EN) e região da testa (RT), conforme ilustra a Figura 1.

**Figura 2**-Imagem termográficas das regiões anatômicas.



**Fonte:** Autor (2023).

As coletas foram realizadas sempre antes das ordenhas da manhã e tarde, aproximadamente às 05:00 h e 16:00 h, respectivamente. As imagens térmicas foram mensuradas a 1.0 m de distância das regiões corporais, sendo sempre registradas pelo mesmo operador do aparelho termográfico (CHACUR et al., 2016). As imagens foram capturadas nas regiões superficiais com pouca vascularização, de modo a capturar a temperatura real da superfície corporal em estudo (COLAK et al., 2008), para isso, o ponto de foco foi aproximadamente na porção central de cada região (CASTRO-COSTA et al. 2014).

As imagens térmicas foram mensuradas uma vez por mês com intervalos médios de 60 dias entre as coletas, entre os meses de novembro/2021 a maio/2022. Para obter as imagens termográficas, os animais foram mantidos em bretes de contenção, dentro da sala de ordenha, de modo a evitar o estresse, Figura 3.

**Figura 3**-Mensuração da temperatura no Flanco esquerdo.



A radiação térmica emitida pelo corpo dos animais foi capturada pela câmera gerando as imagens térmicas, as quais foram processadas por softwares específicos produzindo um mapa visual de cores chamado “Mapa térmico”, o qual forneceu detalhes das temperaturas superficial dos animais (MCMANUS et al., 2016). Isso ocorre pelo fato de esses dispositivos termográficos possuírem a função de converter a radiação térmica recebida em temperatura com base na intensidade das cores (HARRIS-BRODGE et al., 2018). As regiões mais quentes do corpo apresentam cores variando do branco ao vermelho, enquanto nas regiões mais frias, do azul ao preto como mostra na figura 4.

**Figura 4**-Registro da temperatura infravermelha do espelho nasal.



**Fonte:** Autor (2023).

Na sala de ordenha foram as búfalas foram identificadas pela marcação numérica, para que não acontecesse erros e facilitar o manejo, realizados nos dois turnos, com intervalos de 12 horas. Procurou-se durante as coletas de dados, manter as pessoas na sala de ordenha, não permitindo entrada de pessoas estranhos às búfalas. A equipe foi composta por dois tratadores, três pesquisadores e um apontador que se posicionava a uma distância que não incomodava os animais. Durante o experimento, a equipe manteve a mesma constância de atividades.

Durante a medidas das temperaturas, foi mantido um bezerro próximo ao brete de contenção, para minimizar o estresse de apartação das búfalas.

**Figura 5**-Imagem termográfica (termograma) de infravermelho do olho esquerdo da búfala mestiça Murrah, ao lado de imagem real da mesma área.



**Fonte:** Autor (2023).

#### 4.3 Registro e das informações e análise de dados

Foi utilizada uma planilha para as anotações de campo, para elaborar os arquivos e iniciar o processo de estudo dos dados, utilizando métodos de estatística descritiva (Figura 6)

**Figura 6**-Tabela de anotações referente ao mês de novembro de 2020.

Na parte superior esquerdo foi preenchido o número de identificação dos animais com as devidas anotações das temperaturas das regiões anatômicas e com os dados meteorológicos: temperatura ambiental (C°) e umidade do ar (%), que foram mensurados a cada 10 minutos durante o aferimento das temperaturas corporais. .

Posterior a elaboração da tabela de anotações, os dados foram inseridos em planilha do Excel ®Office, Microsoft. A variável em estudo foi a temperatura térmica diária, sendo a média aritmética das temperaturas das regiões anatômicas corporais obtidas durante as ordenhas dos períodos da manhã e tarde.

Os dados de temperaturas das regiões corporais foram submetidos a análise estatística descritiva, sendo obtidos:  $\mu$  - médias ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $s$  – desvio padrão ( $^{\circ}\text{C}$ ), Mín – temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ), Máx - temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e CV – coeficiente de variação (%), de acordo com o mês da coleta. Além disso, foi realizada a análise de variância e teste de comparação de média Student Newman Keuls (SNK). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (4.0.3).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores das temperaturas infravermelha das regiões corporais, temperaturas retais das búfalas em estudo, de acordo com o mês e ano da coleta dos dados.

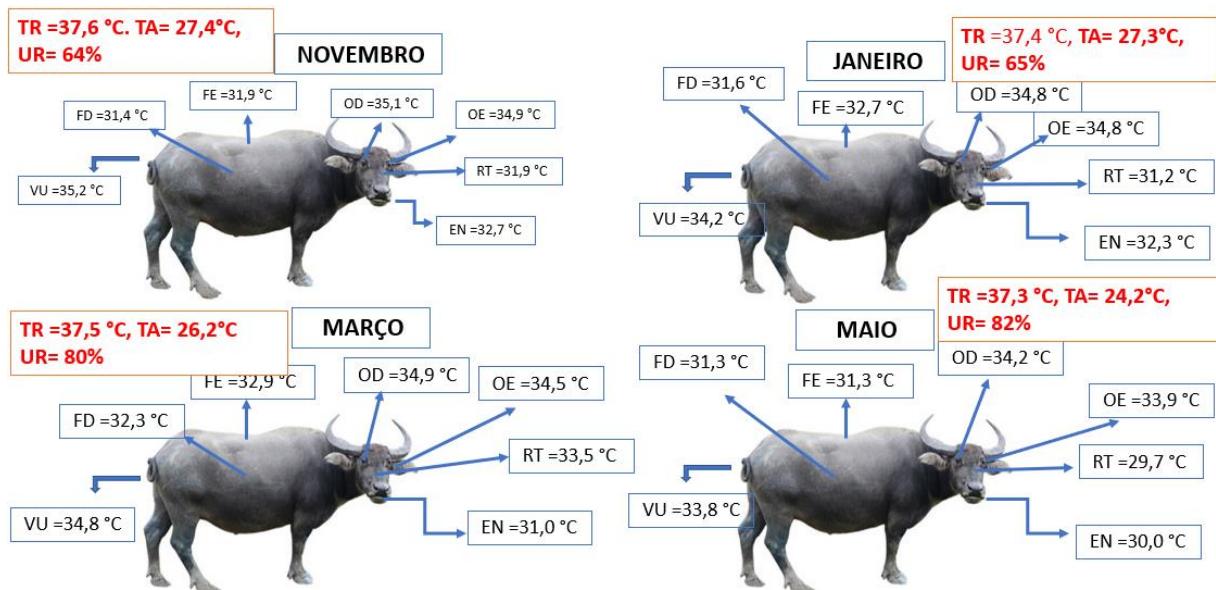
**Tabela 1**-Análises descritivas e estatísticas das temperaturas infravermelha das regiões corporais, temperaturas retais mensuradas em búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) de acordo com o mês e ano da coleta dos dados.

Variáveis	FD	FE	OD	OE	VU	EN	RT	TR	T_AMB
Novembro/2020									
<i>n</i>	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<i>min</i>	29.30	30.70	34.40	34.15	34.45	31.55	30.20	37.15	27.05
<i>max</i>	33.60	34.90	36.00	36.10	35.65	34.10	33.40	38.20	27.65
<b>mean</b>	<b>31.40b</b>	<b>31.98b</b>	<b>35.17a</b>	<b>34.97a</b>	<b>35.20a</b>	<b>32.77a</b>	<b>31.92b</b>	<b>37.67</b>	<b>27.46a</b>
<i>std</i>	1.18	1.22	0.50	0.61	0.41	0.88	1.06	0.36	0.15
Janeiro/2021									
<i>n</i>	12	12	12	12	12	12	12	10	12
<i>min</i>	29.80	31.70	33.45	34.00	33.50	30.35	29.80	36.85	27.00
<i>max</i>	32.90	34.70	36.20	35.75	35.65	34.75	32.35	38.05	27.40
<b>mean</b>	<b>31.65b</b>	<b>32.70a</b>	<b>34.80a</b>	<b>34.84a</b>	<b>34.72a</b>	<b>32.30a</b>	<b>31.20b</b>	<b>37.46</b>	<b>27.28a</b>
<i>std</i>	0.91	0.90	0.72	0.50	0.67	1.35	0.78	0.37	0.10
Março/2021									
<i>n</i>	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<i>min</i>	31.15	32.15	34.20	33.50	33.65	27.90	31.25	36.35	25.95
<i>max</i>	33.45	33.75	35.70	35.95	36.00	33.00	34.85	38.10	26.40
<b>mean</b>	<b>32.36a</b>	<b>32.90a</b>	<b>34.90a</b>	<b>34.53a</b>	<b>34.88a</b>	<b>31.02b</b>	<b>33.57a</b>	<b>37.58</b>	<b>26.22b</b>
<i>std</i>	0.76	0.47	0.49	0.75	0.79	1.61	1.04	0.47	0.11
Maio/2021									
<i>n</i>	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<i>min</i>	29.75	29.90	33.50	33.47	30.80	28.45	28.65	36.70	22.40
<i>max</i>	35.25	32.40	34.95	34.95	35.05	31.25	31.75	37.95	26.40
<b>mean</b>	<b>31.35b</b>	<b>31.30b</b>	<b>34.29b</b>	<b>33.95b</b>	<b>33.82b</b>	<b>30.00c</b>	<b>29.72c</b>	<b>37.39</b>	<b>24.27c</b>
<i>std</i>	1.49	0.78	0.47	0.38	1.16	0.87	0.90	0.43	0.98

Fonte: Autor (2023).

Legenda: *n*=número de informações; *min*= valores mínimos; *max*= valores máximos, *mean*= medias; *std*= desvio padrão. Colunas seguidas com letras diferentes foram significativas pelo teste de médias de SNK ( $P<0,05$ )

Figura 6. Mapa termográfico



Os dados da tabela 1 revelam que a temperatura retal foi a mais elevada em todos os meses estudados. Esse resultado se justifica em virtude da própria anatomia dos animais, sendo essa uma região interna do corpo do animal. A temperatura retal é a medida que corresponde com eficácia a temperatura corporal. Entretanto, para obtê-la seria necessário o uso de um termômetro clínico introduzido no reto do animal, causando desconforto. A proposição da medida de temperatura dos animais por métodos menos invasivos, objeto de estudo da presente pesquisa, se justifica visando eliminar o desconforto dos animais durante essa prática.

Outras regiões que manifestaram temperaturas mais elevadas foram os olhos e a vulva (Figura 6), provavelmente, porque essas regiões possuem maior conexão com a parte interna do corpo dos animais.

Em geral, de acordo com a análise de variância e do teste de comparação de média, todas as regiões corporais apresentaram variação de acordo com o mês da medida da temperatura. Os flancos, olhos, vulva, espelho nasal, região da testa apresentaram menor temperatura no mês de maio de 2021. Esse mês também foi aquele em que foram registrados os menores valores de temperatura retal (37,39°C) e temperatura do ambiente (24,27°C).

A fazenda Castanha Grande, local de realização dessa pesquisa, está localizada na região da Zona da Mata do Estado de Alagoas. Nessa região, as maiores medidas de temperatura ocorrem no período de novembro a abril, sendo a estação do verão. Por outro lado, a estação do inverno, apresenta valores de temperaturas mais

baixos, ocorrendo no período de maio a julho. Nessa pesquisa foram realizadas quatro tomadas de temperatura dos animais, sendo que três delas foram feitas no verão, e apenas a última, no inverno. Isto justifica, o fato de a maioria das temperaturas corporais terem sido menores no mês de maio, período de queda da temperatura ambiental e, consequentemente das temperaturas corporais.

A tabela 2 apresenta a estatística descritiva para todas as variáveis em estudo. As informações contidas na tabela 2, traz de forma resumida as informações contidas da tabela 1. Ou seja, é possível identificar que as regiões corporais que possuem as maiores temperaturas nas búfalas em estudo foram a temperatura retal, os olhos e a vulva. Entretanto, essa tabela, não mostra a variabilidade das temperaturas das regiões corporais de acordo com a mudanças das temperaturas dos meses do ano. Essas últimas informações podem ser muito úteis para os estudos comparativos com outras pesquisas em diferentes regiões, bem como na condução de manejo dos animais.

**Tabela 2**-Estatística descritiva da temperatura infravermelha das regiões corporais, temperatura retal mensuradas em búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) mensurados nos meses de novembro de 2020, janeiro, março e maio de 2022.

Estatística	FLAD	FLAE	OLHD	OLHE	VU	EN	TESTA	RETO	AMBIEN
n	49	49	49	49	49	49	49	47	49
min	29.30	29.90	33.45	33.47	30.80	27.90	28.65	36.35	22.40
max	35.25	34.90	36.20	36.10	36.00	34.75	34.85	38.20	27.65
<b>mean</b>	<b>31.68</b>	<b>32.20</b>	<b>34.78</b>	<b>34.56</b>	<b>34.64</b>	<b>31.49</b>	<b>31.56</b>	<b>37.53</b>	<b>26.27</b>
std	1.17	1.07	0.63	0.69	0.95	1.61	1.68	0.41	1.40

**Fonte:** Autor (2023).

Esse estudo mostrou que a termografia infravermelha é uma ferramenta não invasiva e muito útil para monitorar as variações térmicas da superfície corporal de búfalas, subsidiando os futuros estudos termográficos nessa espécie. Cabe ressaltar que a termografia infravermelha, pode servir de base para o desenvolvimento de novos equipamentos e aplicativos a serem explorados na pecuária de precisão. Com essa técnica é possível o monitoramento das temperaturas dos animais, facilitando assim a obtenção de diagnósticos rápidos e tomadas de decisão a tempo da intervenção sem causar grandes prejuízos à saúde, ao bem-estar e a atividade de reprodução do rebanho. A ampla aplicação das câmeras termográficas em animais traz grandes benefícios e praticidade, tornando maior o interesse por essa biotecnologia.



## 6 CONCLUSÃO

Com o uso da termografia infravermelha foi possível a identificação de variações térmicas nas regiões corporais estudadas das búfalas mestiças (Murrah x Jafarabadi) durante o período de estudo.

Esse estudo mostrou que a termografia infravermelha pode ser uma ferramenta útil para monitorar as variações térmicas da superfície corporal de búfalas, e dar subsídios para outros estudos zootécnicos.

## REFERÊNCIAS

- ABCB. **Associação Brasileira de Criadores de Búfalos**. Carnes. 2022 [viewed 6 January 2023]. Disponível em: <https://bufalo.com.br/carnes/>. Acesso em :10 jan 2022.
- ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHA, P. C; GONÇALVES, J. L.M; STAROVEK, G. Koppen's climate classification map for brazil. **Meteorologische Zeitschrit**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- AMORIM JÚNIOR, A. A.; MIGLINO, M. A.; AMORIM, M. J. A. A. L. et al. Sistematização da veia cava cranial em búfalos (*Bubalus bubalis* Simpson, 1945). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 306-10, 2002.
- Associação Brasileira de Criadores de Búfalos** (ABCB). Disponível em: [<http://www.bufalo.com.br/abcb.html>]. Acesso em: 13 dez. 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BÚFALOS - ABCB. **Dados de produção 2017**. Disponível em: Acesso em: 10 jan. 2022
- BASTOS GP, Chacur MGM, Vivian DS, Silva L, Chiari LNF, Araujo JS, Souza CD, GABRIEL-FILHO LRA. Temperaturas da superfície da glândula mamária em vacas da raça Holandesa negativas ao California Mastitis Test (CMT). *In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal*, 21, 2015, Belo Horizonte, MG. **Anais...Belo Horizonte**: CBRA, p.51, 2015.
- BATISTA, J. N.; BORGES, L. D.; LIMA, L. A.; et al. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v. 11, n. 2, p. 39-46, 2015.
- BERNARDES O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Rev Bras Reprod Anim**, v.31, p.293-298, 2007.
- BERRY RJ, KENNEDY AD, SCOTT SL, Kyle BL, Schaefer AL. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: **Potential for mastitis detection**. *Can J And Sci*, v.83, p.687-693, 2003.
- BERRY RJ, KENNEDY AD, SCOTT SL, Kyle BL, Schaefer AL. **Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection**. *Can J And Sci*, v.83, p.687-693, 2016.
- BLAXTER K. L. The energy metabolism of ruminants. **Hutchinson Scientific and Technical**, London, UK, 1962.
- BRONDI, S. H. et al. Desenvolvimento e validação do método QuEChERS na determinação de resíduos de medicamentos veterinários em leite e carne de búfalo. **Química Nova**. v. 36, n. 1, p. 153-158, 2013.
- CASTRO, A. C.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CASTRO-COSTA, G; CAJA, A. A.K; SALAMA, M. et al. Thermographic variation of the udder of dairy ewes in early lactation and following an *Escherichia coli* endotoxin intra-mammary challenge in late lactation. *J. Dairy Sci*; v.97; 2014.

**Censo Agropecuário 1995/96** Disponível em [ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Agropecuario\\_1995\\_](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_1995_) acesso em: 10 jan 2022.

CHACUR MGM, SOUZA CD, RUEDIGER FR, ANDRADE IB, CARTOCCI JS, BASTOS GP, OBA E, RAMOS AA, GABRIEL-FILHO LRA, PUTTI FF, CREMASCO CP. Efeito da colheita de sêmen por eletroejaculação na temperatura da bolsa escrotal em touros Nelore, *Bos taurus indicus*. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 21, 2015, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: CBRA, 2015.

CHACUR MGM. **Avaliação da congelação de sêmen bubalino (*Bubalus bubalis*), com os diluidores Glicina-gema, Triladyl e TES em diferentes tempos de equilíbrio.** 1996. 123fls. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 1996.

CHACUR, M.G.M.; SOUZA, C.D.; BASTOS, G.P. et al. **Fatores climáticos e bem-estar em bovinos: enfoque na reprodução e lactação.** In: Silva, A.L.C.; Benini, S.M.; Dias, L.S. (Eds.). Fórum ambiental - uma visão multidisciplinar da questão ambiental. 2.ed. Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista – ANAP; p.253-270; 2016.

CHURCH, J. S.; HEGADOREN, P. R.; PAETKAU, M. J. et al. Influence of environmental factors on infrared eye temperature measurements in cattle. **Research in Veterinary Science**. v. 96, n.1, p. 220-226, 2014.

CILULKO, J. et al. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. **European J. Wildlife Res. Poland**, v.59(1); p.17- 23; 2013.

COCKRILL, W. R. Water buffalo. In: I. L. Mason (Editor), **Evolution of Domesticated Animals**. New York: Longman Inc., pp. 52-53. 1984.

COELHO, Anderson Silva. **Cenário da bubalinocultura no brasil.** 2019. 59 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) Universidade Federal Rural da Amazônia campus Belém, PA, 2019.

COLAK, A.; POLAT, B.; OKUMUS, Z; et al. Short Communication: Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *J. Dairy Sci*; v.91, p.4244– 4248; 2008.

COMBELLAS, J.; TESORERO, M.; GABALDÓN, L. 2003. **Effect of calf stimulation during milking on milk yield and fat content of *Bos indicus* X *Bos taurus* cows.** Livestock Production Science, Amsterdan. 79:227-232

COUTO, A de G.. **INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE MANEJO SOBRE A PRODUÇÃO DE LEITE, COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS DE ORDENHA DE BÚFALA MURRAH.** 2012. 28f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Centro de Ciências Agrarias, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

COUTO, A de G.. **Ordenha em búfalas sem bezerro ao pé: boas práticas de produção em bubalinos.** São Luiz do Quitunde: [s. n.], 2008. (Circular Técnica n.3)

DALTRO, D.S.; FISCHER, V.; ALFONZO, E.P.M. et al. Infrared thermography as a method for evaluating the heat tolerance in dairy cows. *R. Bras. Zootec*; v. 46(5); p.374-383, 2017.

DAMASCENO, F. A. et al. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 7, p. 1370-1381, 2010.

FAO. **Food safety risk analysis**. An overview and framework manual. Rome, 2018. Disponível em: . Acesso em: 10 jan. 2022.

**Food and Agriculture Organization of the United Nations** (FAO). Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-production/dairy-animals/water-buffaloes/en/#.WKHnFG8rJ0w>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOASTAT statistical database agricultute 2005**. Rome 2010. Disponível em: Acesso em: 10 jan. 2022.

Garcia AR. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. *Rev Bras Reprod Anim*, v.37, p.121-130, 2013.

Gill R, Howard WH, Leslie KE, Lissemore K. Economics of mastitis control. *J Dairy Sci*, v.73, p.3340-3348, 1990.

HARRIS-BRIDGE, G; YOUNG, L; HANDEL, et al. The use of infrared thermography for detecting digital dermatitis in dairy cattle: What is the best measure of temperature and foot location to use? *Vet. J.* p.237:26-33; 2018.

HOVINEN M, Siivonen J, Taponen S, Hänninen L, Pastell M, Aisla AM, Pyörälä S. Detection of clinical mastitis with the help of a thermal camera. *J Dairy Sci*, v. 91, n. 12, p.4592-4600, 2008

HURNIK JF, Webster AB, Deboer S. An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a thermal infrared scanning technique. *J An Sci*, v.61, p.1095-1102, 1985.

HURNIK, D. **investigations into optimal washing and disinfection techniques for pig pens.5. London Swine Conference**. In: Proceding Production at the Leading edge. London,UK. 135-138. 2005.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 13 jan. 2022.

JORGE AM. Desempenho e eficiência biológica de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Rev Bras Zootec*, v.35, p 252-257, 2006

LOWE, G. L.; SCHAEFER, A. L.; WAAS, J. R.; et al. Brief communication: The use of infrared thermography and feeding behaviour for early disease detection In: New Zealand dairy calves. *Proceedings N.Z. Society Animal Production*, p. 177-179, 2016.

LUDWIG, N. Thermal imaging in biological applications. In: **Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine**. p. 27-40, 2013.

LUZI, F., M. Mitchell, L. N. Costa, V. Redaelli. **Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine**. Brescia, Italy: Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, 2013.

MALHADO CHM. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Rev Bras Zootec**, v.36, p.376-379, 2007.

MARIANTE AS, McManus C, Mendonça JF. **Country report on the state of animal genetic resources**. Embrapa/Genetic Res Biotec, p.121, 2003.

MARIEB EN. **Human Anatomy and Physiology**. p.676-677. Benjamin Cummings: California. 1989

MCMANUS, C., C. B. Tanure, V. Peripolli, et al. **Infrared thermography in animal production: An overview. 2016. Computers and Electronics in Agriculture**, 123:10-16. Mendes, E. D. M., M. M. Campos, 2016.

MÉNARD, O; AHMAD, S; RAOUSSEAU, F et al. Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. **Food Chemistry**; v120; p.544-551; 2010.

MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS, J.O.J.; DIAS, E.A.; et al. Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Braford bulls. **International Journal of Biometeorology** v. 59, n. 3, p. 357-364, 2015.

NEGRÃO, J. A. **ABCZ promove debate sobre o uso do hormônio ocitocina em vacas leiteiras**: debate em: 5 jul. 2012. Debatedor: Márcia Benevenuto. Uberaba: ABCZ, 2012. Disponível em: Acesso em: 10 jan.2022.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bubalinos destinados ao abate. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. V.18, p.26-42.

REKANT, D. I.; LYONS, M. A.; PACHECO, J. M.; et al. Veterinary applications of infrared thermography. **American Journal of Veterinary Research**. v. 77, n. 1, p. 98-107, 2016.

RICCA, R. The history of infrared thermography. In: **Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine**, p. 3-12, 2013.

ROBERTO, J. V. B.; DE SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, p. 73-84, 2014.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; ZOTTI, C. A.; MARQUES, B. A. A.; NOBRE, I. ROSINA, E. Infrared history and applications In: **Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine**, p. 13-26, 2013.

S.; DELFINO, L. J. B. Utilização da termografia de infravermelho na avaliação das

respostas fisiológicas e gradientes térmicos de cabras Saanen e mestiças 1/4 Saanen + 3/4 bôer no semiárido paraibano. In: 48<sup>a</sup> REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2011, Belém-PA, Brasil. **Anais...**Brasilia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014.

SCOTT SL, Schaefer AL, Tong AKW, Lacasse P. Use of infrared thermography for early detection of mastitis in dairy cows. **Can J An Sci**, v.80, p.764-765, 2000.

SETHI RK. **Breeding strategies for genetic improvement in buffaloes**. *Buffalo*, v.32, p.219-226, 2013.

SILVA JÚNIOR, J. A, et al. Sazonalidade de elementos meteorológicos em ecossistemas de manguezal na região equatorial, Pará, Brasil. **Revista brasileira de meteorologia**, v.21, n.3. p.241-247, 2006

SPEAKMAN, J. R., E WARD, S. Infrared thermography: principles and applications. **Zoology**, v. 101, p. 224-232, 1998

TALUKDER, S.; KERRISK, K. L.; INGENHOFF, L.; et al. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. **Theriogenology**, v. 81, n. 7, p. 925-935, 2014.

TEIXEIRA, V. A.; TOMICH, T. R.; LANA, A. M. Q.; et al. Pecuária leiteira de precisão: utilização da termografia infravermelho na produção e reprodução animal. **Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2018.

THOMAS, C. S. **Milking management of dairy buffaloes**. 2004. 52p. Thesis (Doctor) - Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2004.

TONHATI, H. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 29, n. 6, p. 2051-2056, 1988.