

USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NO MONITORAMENTO TÉRMICO DE BÚFALAS: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA SAÚDE E BEM ESTAR ANIMAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL

USE OF INFRARED THERMOGRAPHY IN TERMAL MONITORING OF BUFFALOES: TECHNOLOGICAL INNOVATION IN ANIMAL HEALTH AND WELFARE IN THE EASTERN AMAZON.

Elisson Nazareno de Sousa Castro¹
Sandra Cristina de Ávila²
Adriana Novaes dos Reis²
Adriano Braga Brasileiro de Alvarenga²

Área Temática 7: (Tecnologias Sociais, Tecnologia Educacionais e Assistivas e Tecnologia da Informação)
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade da termografia infravermelha (TIV) no monitoramento térmico de búfalos da raça Murrah criadas na Amazônia oriental. A TIV é uma tecnologia não invasiva que permite medir a temperatura superficial de forma rápida e precisa, sendo útil na identificação do estresse térmico e no monitoramento do bem-estar animal. Foram analisadas 18 fêmeas adultas, mantidas em regime semiextensivo. As temperaturas das regiões ocular e dorsal foram registradas por meio de câmera termográfica e comparadas com a temperatura retal, obtida por termômetro clínico digital. Os resultados mostraram que a região ocular apresentou menor variação de temperatura (média de $34,5^{\circ}\text{C} \pm 0,66$), sendo considerada um ponto anatômico confiável para avaliações térmicas. Já a região dorsal apresentou maior variabilidade (média de $31,9^{\circ}\text{C} \pm 2,13$), refletindo maior influência de fatores ambientais. Conclui-se que a TIV é uma ferramenta promissora para monitoramento do conforto térmico e do estado fisiológico dos bubalinos, especialmente pela região ocular, embora mais estudos sejam necessários para validação completa da técnica em diferentes condições ambientais.

Palavras-Chave: Búfalos, Bioclimatologia, Técnica não invasiva, Tecnologia, Temperatura corporal.

¹ Discente da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará (UFPA); elissonsousa0616@gmail.com

² Docente da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará (UFPA); sandra.avila@ufpa.br

² Docente da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará (UFPA); areis@ufpa.br

² Docente da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará (UFPA); aabrasileiro@ufpa.br

Abstract

This study aimed to evaluate the applicability of infrared thermography (IRT) in thermal monitoring of Murrah buffaloes raised in the Eastern Amazon. IRT is a non-invasive technology that allows for fast and accurate measurement of surface temperature, making it useful for identifying heat stress and monitoring animal welfare. Eighteen adult females, managed under a semi-extensive system, were analyzed. Temperatures of the ocular and dorsal regions were recorded using a thermographic camera and compared with rectal temperatures obtained with a digital clinical thermometer. The results showed that the ocular region had lower temperature variation (mean of $34.5^{\circ}\text{C} \pm 0.66$), being considered a reliable anatomical site for thermal assessments. In contrast, the dorsal region showed greater variability (mean of $31.9^{\circ}\text{C} \pm 2.13$), reflecting more influence from environmental factors. It is concluded that IRT is a promising tool for monitoring thermal comfort and physiological state in buffaloes, especially through the ocular region, although further studies are needed to fully validate the technique under different environmental conditions.

Key words: Buffaloes, Bioclimatology, Non-invasive technique, Technology, Corporal Temperature

1. Introdução

O estresse térmico é um dos principais fatores limitantes da produtividade animal em regiões tropicais, afetando diretamente o desempenho reprodutivo, produtivo e o bem-estar dos bubalinos. Apesar da rusticidade da espécie, os bubalinos apresentam sensibilidade elevada às condições ambientais adversas, o que exige estratégias de manejo cada vez mais precisas e baseadas em indicadores fisiológicos confiáveis (CHACUR *et al.*, 2017; MARTORANO *et al.*, 2021).

Entre as regiões anatômicas mais promissoras para o monitoramento térmico em bubalinos, utilizando a termografia infravermelha (TIV), a região/órbita ocular e a região dorsal destacam-se por apresentarem boa correlação com parâmetros fisiológicos como a temperatura retal e o conforto térmico, além de serem áreas acessíveis e sensíveis às variações ambientais (SILVA, 2019).

A termografia infravermelha tem se mostrado uma técnica promissora por sua capacidade de mensurar, de forma rápida e não invasiva, a temperatura superficial de regiões corporais sensíveis às variações térmicas (SOUZA *et al.*, 2015). Dentre essas regiões, a ocular destaca-se também por refletir alterações neurofisiológicas em resposta ao estresse, enquanto a

região dorsal fornece dados consistentes sobre o aquecimento corporal devido à incidência da radiação solar e à atividade metabólica (CHACUR *et al.*, 2017; MARTORANO *et al.*, 2021). A TIV capta a radiação infravermelha emitida por qualquer objeto com temperatura acima do zero absoluto (0°K ou $-273,15^{\circ}\text{C}$) e a converte em um sinal elétrico (REDAELLI *et al.*, 2014; MODEST, 2013).

Considerando a crescente importância da bubalinocultura no cenário agropecuário nacional, torna-se essencial o desenvolvimento de metodologias que favoreçam o monitoramento em tempo real de variáveis fisiológicas relacionadas ao bem-estar e à eficiência produtiva desses animais (COELHO *et al.*, 2019). O monitoramento da fisiologia térmica dos animais pode contribuir com estratégias de manejo que garantam o conforto térmico e um grau desejável de bem estar animal.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a aplicabilidade da termografia infravermelha na mensuração das temperaturas superficiais das regiões ocular e dorsal, sugerindo a sua substituição pelos métodos tradicionais como o uso de termômetro digital.

2. Metodologia

Os animais incluídos nesse trabalho ($n = 18$), foram fêmeas adultas pesando aproximadamente 350 kg, pertencem a raça Murrah e foram oriundos de uma propriedade particular de produção animal, localizada no município de Castanhal, Pará. Os animais foram mantidos em regime semiextensivo, com capim picado capiaçú (*Pennisetum purpureum*) ofertado duas vezes ao dia, com disponibilidade de água e suplementação mineral *ad libitum*, com acesso a água à vontade e eram conduzidos ao curral para inspeções clínicas periodicamente, nas quais se aproveitou para o registro das imagens.

As coletas foram conduzidas de novembro de 2018 a janeiro de 2019, entre às 6h e 09h da manhã. A avaliação da temperatura retal foi aferida através de termômetro clínico de temperatura digital portátil G-TECH[®] introduzidos no ânus do animal em contato com a parede da mucosa retal por 3 minutos.

As imagens digitais e térmicas foram capturadas por uma câmera termográfica FLIR[®], modelo T540 equipada com lentes FOL de 24°/17mm, resolução de infravermelho de 464 X 348 pixels e faixa de temperatura de 0°C a 650°C (FLIR SYSTEMS[®], U.S.A, Oregon, EUA), com o foco do emissor direcionado perpendicularmente às áreas escolhidas para análise, a uma distância máxima de 3 metros, sendo estas áreas a região ocular esquerda e a região dorsal central do corpo dos animais. Após o registro das imagens termográficas, estas foram armazenadas e posteriormente transferidas e tratadas para análise em programa computacional específico (FLIR ResearchIR MAX4, FLIR Systems[®], Oregon, EUA), no qual foram obtidas as temperaturas máximas das áreas mensuradas.

As médias (μ) e desvio-padrão (DP) foram calculados usando o programa Excel (Microsoft[®]).

3. Resultados/Discussões

A temperatura retal apresentou valores de média \pm desvio padrão ($\mu \pm DP$) de $37,6 \pm 0,41$. Esse valor médio indica estabilidade térmica entre os indivíduos avaliados e ausência de sinais clínicos de estresse térmico ou distúrbios metabólicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Chacur et al. (2018), que observaram variações fisiológicas consistentes da TR em búfalas leiteiras em diferentes estágios fisiológicos, com média de $38,41 \pm 0,43$ °C, e por Moraes Júnior et al. (2010), que relataram valores entre $38,3 \pm 0,26$ °C e $39,3 \pm 0,38$ °C em bezerros bubalinos criados em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. Essas diferenças são influenciadas por fatores como idade, estágio fisiológico, condições ambientais e manejo.

Já a temperatura média \pm desvio padrão da região ocular ($34,5^\circ\text{C} \pm 0,66$), apresentou a menor variação indicando ser uma região adequada e sugerindo ser um ponto anatômico confiável para avaliações não invasivas do estado térmico (Figura 1). Isso corrobora com estudos anteriores que identificaram a região ocular como uma área sensível à variação do fluxo sanguíneo relacionado ao estresse térmico ou inflamações sistêmicas (SILVA, 2019; MCMANUS *et al.*, 2016).

A temperatura registrada na região ocular variou entre a mínima de $33,8^\circ\text{C}$ e a máxima de $35,1^\circ\text{C}$. Esses valores são relativamente próximos aos encontrados por Silva (2019), que

observou temperaturas mínimas e máximas de 30,7°C e 36,1°C, respectivamente, nessa mesma região, conforme pode ser observado na tabela 1. Essa similaridade sugere que a região ocular apresenta consistência térmica em diferentes estudos, sendo um ponto confiável para a avaliação da temperatura superficial em animais.

Tabela 1. Estatística descritiva da temperatura retal, termografia da região ocular e dorsal de búfalas da raça Murrah.

Temperatura	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Temperatura Retal (°C)	37,2	38,0	37,6	0,41
Termografia ocular (°C)	33,8	35,1	34,5	0,66
Termografia dorsal (°C)	30,2	34,3	31,9	2,13

Por outro lado, a menor temperatura média \pm desvio padrão ($\mu \pm DP$) observada na superfície corporal foi a dorsal ($31,9^\circ\text{C} \pm 2,13$), o que pode ser atribuído à influência direta das condições ambientais, como radiação solar, ventilação e umidade (SILVA, 2019). O maior desvio padrão nessa região também reforça a variabilidade dos dados devido a fatores externos, sugerindo que a termografia corporal deve ser utilizada com cautela e sempre associada a outros parâmetros clínicos (LUDWIG, 2013).

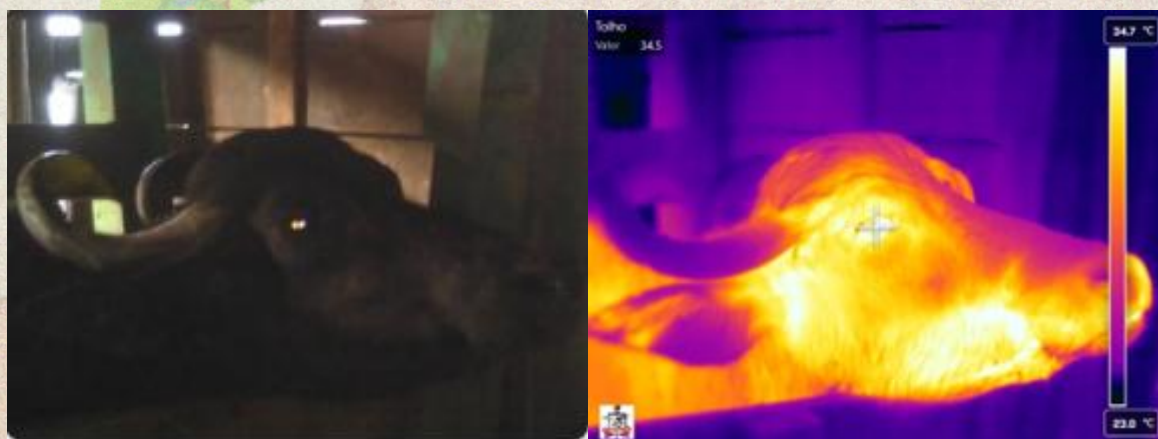


Figura 1: Imagem digitalizada (à esquerda) e termográfica (à direita) com a temperatura superficial da região ocular, evidenciando a região ou ponto de interesse (+).

A temperatura da região dorsal (figura 2) variou entre a mínima de 30,2°C e a máxima de 34,3°C. De acordo com Silva (2019), a região das costelas apresentou temperaturas mínima e máxima de 23,40°C e 34,60°C, respectivamente. Apesar das diferenças nas faixas de temperatura, especialmente no valor mínimo, os dados demonstram que ambas as regiões estão sujeitas a variações térmicas consideráveis.

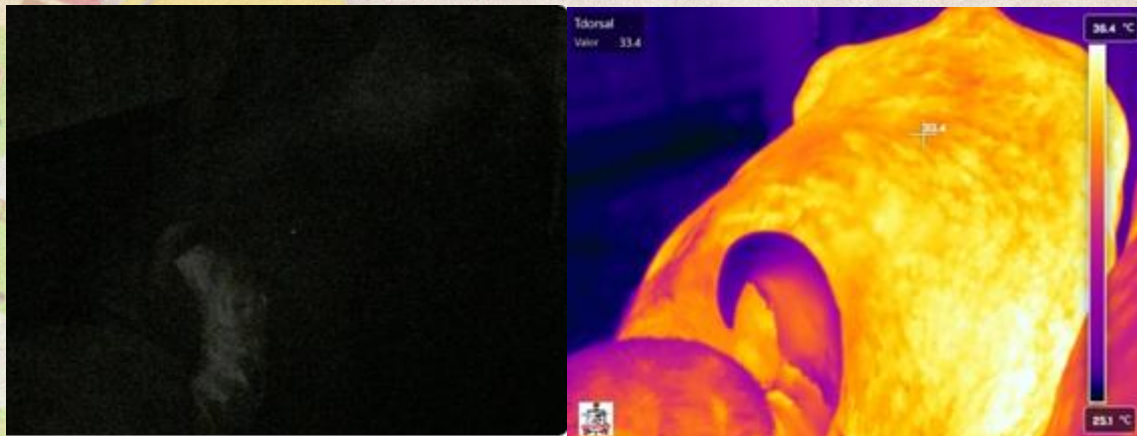


Figura 2: Imagem digitalizada (à esquerda) e termográfica (à direita) com a temperatura superficial da região dorsal, evidenciando a região ou ponto de interesse (+).

Obs.: imagem registrada aproximadamente às 06h dentro do curral, ainda com pouca iluminação.

4. Conclusão

Esses resultados demonstram que a termografia infravermelha pode ser uma ferramenta promissora para uma avaliação rápida, remota e, principalmente, não invasiva do estado fisiológico térmico de bubalinos, especialmente quando aplicada em regiões como a ocular e a dorsal, mas que, no entanto, é necessário ainda a realização de maiores investigações com bubalinos submetidos às mesmas condições climáticas da região amazônica e, também, a realização de análises de correlação com a temperatura retal, ou outras regiões do corpo do animal como, por exemplo, a vagina e outras superfícies corporais obtidas por TIV.

A aplicação da TIV representa um avanço tecnológico relevante para a bubalinocultura, permitindo uma avaliação rápida e remota do bem-estar animal, o que pode contribuir para manejos mais eficientes e sustentáveis. No entanto, para sua adoção ampla no campo, ainda são

necessárias novas pesquisas com diferentes grupos de animais, em variadas condições ambientais, bem como a padronização dos métodos de captação e análise das imagens térmicas.

Dessa forma, a incorporação dessa tecnologia pode transformar práticas tradicionais, promovendo maior precisão no monitoramento fisiológico e reforçando o papel da inovação no cuidado com a saúde animal em regiões tropicais.

5. Referências Bibliográficas

CHACUR, MARCELO GEORGE MUNGAI et al. **Termografia por infravermelho na reprodução de bubalinos**. Rev. bras. reprod. anim, v. 41, n. 1, p. 180-7, 2017.

COELHO, ANDERSON SILVA. **Cenário da bubalinocultura no Brasil**. Monografia (Bacharel em Medicina Veterinária)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

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

MARTORANO, LUCIETA GUERREIRO et al. **Termografia infravermelho para diagnosticar condições bioclimáticas em sistemas pecuários no Bioma Amazônia**. 2021.

MCMANUS, C.; TANURE, C. B.; PERIPOLLI, V.; et al. **Infrared thermography in animal production: An overview**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 123, p. 10-16, 2016.

MODEST, M. F. (2013). **Radiative heat transfer**. Massachusetts: Waltham Academic Press.

MORAES JÚNIOR, R. J. et al. **Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 4, p. 629-640, 2010.

REDAELLI, V.; LUDWIG, N.; COSTA, L. N.; COSTA, L.; et al. **Potential application of thermography (IRT) in animal production and for animal welfare: a case report of working dogs**. Annali dell'Istituto Superiore Di Sanita, v. 50, n. 2, p. 147- 152, 2014. DOI: 10.4415/ANN_14_02_07.

SILVA, DAIANE CRISTINA MARQUES DA. **Termografia infravermelho e medidas de eficiência de bubalinos de três grupos genéticos sob condições tropicais**. 2019. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

SOUZA, CAMILA DUTRA DE et al. **Termografia digital por infravermelho no estudo de características reprodutivas de touros nelore (*Bos taurus indicus*). 2015.**

