



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

VITÓRIA DE FÁTIMA COSTA ARAÚJO

INFLUÊNCIA DA AMBIÊNCIA NOS INDICADORES TERMOFISIOLÓGICOS DE
BOVINOS EM FEIRA AGROPECUÁRIA NO NORDESTE

FORTALEZA

2024

VITÓRIA DE FÁTIMA COSTA ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DA AMBIÊNCIA NOS INDICADORES TERMOFISIOLÓGICOS DE
BOVINOS EM FEIRA AGROPECUÁRIA NO NORDESTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A692i Araújo, Vitória de Fátima Costa.
Influência da ambiência nos indicadores termofisiológicos de bovinos em feira agropecuária no Nordeste / Vitória de Fátima Costa Araújo. – 2024.
31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto.

1. Bos taurus. 2. Bos indicus. 3. Frequência respiratória. 4. Temperatura Superficial. I. Título.
CDD 636.08

VITÓRIA DE FÁTIMA COSTA ARAÚJO

INFLUÊNCIA DA AMBIÊNCIA NOS INDICADORES TERMOFISIOLÓGICOS DE
BOVINOS EM FEIRA AGROPECUÁRIA NO NORDESTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia no Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará como requisito parcial a obtenção do grau
em bacharel em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Aderson Martins Viana
Neto.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Dr. Aderson Martins Viana Neto
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA -UFC

Dr. Airton Alencar de Araújo
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA – UECE

MSc. Kilvia Karoline de Souza Viveiros Melo
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA -UFC

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me sustentar, até mesmo quando não mereço, e me curar de coisas que só Ele sabe

À minha mãe, Maria Lucia Lacerda da Costa, por todo o esforço desempenhado para que eu seja quem sou hoje. Pelo apoio incondicional, pelo amor, pelo carinho e pelo cuidado que sempre teve comigo. “Que sob muito sol, fez que eu chegasse até aqui na sombra”

Ao meu pai Daniel Guedes de Araújo pelo carinho, cuidado e amor

À Universidade Federal do Ceará por me receber, pelas oportunidades, pela estrutura e pela formação como profissional e como pessoa

À coordenação do curso de Zootecnia, em nome da coordenadora Profa. Dra. Andréa Pereira Pinto, e ao secretário José Clécio, grata pela calma e paciência de explicar e resolver todos os problemas levados a ele.

Ao meu professor e orientador Aderson Martins Viana Neto por me acolher e confiar em mim e no meu trabalho. Por me escutar sempre, me compreender, me aconselhar e me ajudar a ser uma pessoa e uma profissional melhor. Saiba que sempre lembrarei do senhor.

Ao Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo pela disponibilidade de participar da banca de avaliação e por toda a contribuição, não só neste trabalho, como também em outros momentos

À MSc. Kilvia Karoline de Souza Viveiros Melo por aceitar meu convite, pelo tempo desempenhado e pela contribuição no trabalho

A todos os amigos que fiz durante meu percurso na graduação, em especial ao Marcos Albuquerque, Leticia Abreu, Ana Jullya Clarindo, Beatriz Lopes (Dot), Rafaela Pantuzzi, Roberta dos Anjos, Sarah Giovana, Milena Maria e Kiara Leite. Que me ajudaram, me acolheram e acreditaram em mim

Ao Setor de Ovinocaprinocultura, minha segunda e, às vezes, primeira casa. Local que sempre terei muito zelo, carinho e amor. Aos amigos que o setor me proporcionou, obrigada por tornarem o trabalho e os dias mais leves. A todos os animais presentes ou que já passaram pelo

setor, obrigada pela contribuição, respeito, ensinamentos e pelo convívio diário. Grata por cuidá-los e amá-los. Gratidão a todos os funcionários do setor pela ajuda e ensinamentos.

Ao meu amado Marcos Albuquerque, que sempre me ajuda, me apoia incondicionalmente e me aguenta até nos meus dias mais difíceis. Obrigada por permanecer.

RESUMO

O Estado do Ceará é caracterizado por um clima tropical semiárido, por elevadas temperaturas e intensa radiação solar, o que torna desafiador o estabelecimento da homeotermia pelos bovinos. Este estudo avaliou os parâmetros fisiológicos de bovinos durante a 65^o EXPOECE no Ceará, envolvendo 35 animais adultos das raças Pardo-Suíço, Jersey, Girolando, Gir, Guzerá, Sindi e Nelore. Os bovinos foram alojados em um galpão coletivo com cobertura de fibrocimento e cama de areia. Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados por um datalogger, permitindo o cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU). A frequência respiratória foi medida observando os movimentos do flanco por 15 segundos, com os resultados multiplicados por 4. A temperatura superficial foi avaliada por termografia infravermelha, utilizando o software IR Reporter®. As medições ocorreram às 07h, 12h e 18h. Os resultados mostraram que a temperatura do ar foi mais alta ao meio-dia, atingindo 33,0 °C ($p < 0,05$), com um ITU de 82,6, indicando alto desconforto térmico. Nesse período, as vacas das raças Jersey e Girolando apresentaram as maiores frequências respiratórias, com 86,9 e 63,5 mov/min, respectivamente ($p < 0,05$). As raças Pardo-Suíço e Sindi mostraram frequências semelhantes entre 07h e 12h, mas aumentaram em relação ao horário de 18h (63,5 vs 50,9 mov/min e 62,7 vs 46,9 mov/min, respectivamente; $p < 0,05$). Os bovinos da raça Guzerá também tiveram frequências mais altas ao meio-dia em comparação às 07h (30,1 vs 22,1 mov/min; $p < 0,05$). A raça Nelore teve a menor frequência pela manhã (25,3 mov/min; $p < 0,05$), enquanto as vacas Gir não apresentaram diferenças significativas entre os horários. Em relação à temperatura superficial, os bovinos das raças Pardo-Suíço, Girolando, Gir, Guzerá, Nelore e Sindi apresentaram temperaturas mais elevadas ao meio-dia (36,8; 36,7; 36,0; 36,2; 36,8; 36,4 °C, respectivamente; $p < 0,05$). As vacas Jersey tiveram a maior temperatura superficial ao meio-dia em comparação ao final da tarde (36,5 vs 35,4 °C; $p < 0,05$). A temperatura da frente foi mais alta ao meio-dia para todas as raças, exceto Jersey, que apresentou menor temperatura na região da frente às 18h (34,3 °C; $p < 0,05$). A temperatura do tronco foi maior ao meio-dia para todas as raças, exceto Jersey, que não apresentou diferenças significativas. A temperatura da garupa também foi mais alta ao meio-dia para a maioria das raças, enquanto a temperatura ocular seguiu tendência semelhante. Em conclusão, sob condições de desconforto térmico elevado, especialmente ao meio-dia, os bovinos, principalmente os em lactação, mostraram aumento na temperatura superficial e na frequência respiratória durante a exposição agropecuária no nordeste do Brasil.

Palavras-chave: *Bos taurus*, *Bos indicus*; Frequência respiratória; Temperatura Superficial.

ABSTRACT

The state of Ceará is characterized by a semi-arid tropical climate, with high temperatures and intense solar radiation, which makes it challenging for cattle to maintain homeothermy. This study aimed to evaluate the physiological parameters of cattle during the 65th EXPOECE in Ceará. A total of 35 adult cattle from the Pardo-Suíço, Jersey, Girolando, Gir, Guzerá, Sindi, and Nelore breeds were housed in a collective shelter. Temperature and relative humidity data were collected using a data logger to calculate the temperature-humidity index (THI). Respiratory frequency was measured by observing flank movements for 15 seconds and multiplying by 4. Surface temperature was assessed using infrared thermography and analyzed with the IR Reporter® software. Measurements were taken at 07:00, 12:00, and 18:00. The results showed that the air temperature was highest at noon (33.0 °C; $p < 0.05$), with a THI of 82.6. At this time, cows from the Jersey and Girolando breeds exhibited the highest respiratory frequencies (86.9 and 63.5 movements per minute, respectively; $p < 0.05$). The Pardo-Suíço and Sindi breeds showed similar respiratory frequencies between 07:00 and 12:00 but were higher compared to 18:00 (63.5 vs 50.9 mov/min and 62.7 vs 46.9 mov/min, respectively; $p < 0.05$). Cattle from the Guzerá breed had higher respiratory frequencies at noon compared to 07:00 (30.1 vs 22.1 mov/min; $p < 0.05$). The Nelore breed had the lowest respiratory frequency in the morning (25.3 mov/min; $p < 0.05$), while the Gir cows did not show significant differences between the time points. Regarding surface temperature, cattle from the Pardo-Suíço, Girolando, Gir, Guzerá, Nelore, and Sindi breeds had higher temperatures at noon (36.8; 36.7; 36.0; 36.2; 36.8; 36.4 °C, respectively; $p < 0.05$). Jersey cows had the highest surface temperature at noon only when compared to the late afternoon (36.5 vs 35.4 °C; $p < 0.05$). The forehead temperature was highest at noon for all breeds except Jersey, which had a lower temperature in that region at 18:00 (34.3 °C; $p < 0.05$). The trunk temperature was higher at noon for all breeds except Jersey, which did not show significant differences. The temperature of the rump was higher at noon for the Jersey, Pardo-Suíço, Girolando, Guzerá, and Nelore breeds, while for the Gir and Sindi breeds, it was higher only compared to 18:00. The ocular temperature was also higher at noon for most breeds, except for Jersey, which did not show significant differences. In conclusion, under conditions of greater thermal discomfort, especially at noon, the cattle, especially those in lactation, exhibited increased surface temperature and respiratory frequency during the agricultural exposition in northeastern Brazil.

Keywords: *Bos taurus*, *Bos indicus*; Respiratory frequency; Surface temperature.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1	Comitê de Ética	11
2.2	Animais e delineamento experimental	11
2.3	Análise estatística	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um importante setor econômico para o Brasil. O rebanho bovino brasileiro alcançou 234,4 milhões de animais, em 2022, com alta de 4,3% em relação ao ano anterior (IBGE, 2022). Desse modo, as feiras agropecuárias são fundamentais para a dinâmica do setor, pois proporcionam um ambiente onde produtores podem adquirir animais de alta genética e se atualizarem sobre as mais recentes inovações agrícolas (CARVALHO *et al.*, 2019). No entanto, o transporte para as feiras agropecuárias e a subsequente exposição a um ambiente fora do que os animais estão habituados podem desencadear estresse e prejuízos ao bem-estar animal. Segundo Broom e Johnson (1993), a exposição a agentes estressantes promove uma demanda excessiva do sistema fisiológico do animal, reduzindo sua capacidade de responder de forma eficaz às adversidades. Dessa forma, fatores como a alteração na rotina, a exposição prolongada a ruídos, luminosidade intensa e contato com grande quantidade de pessoas podem desencadear diversas alterações fisiológicas e comportamentais. A ausência de instalações adequadas, com orientação leste-oeste e materiais que auxiliem na dissipação do calor, conforme recomendado por Baeta e Souza (1997), expõe os animais a condições de estresse térmico que podem comprometer seriamente seu bem-estar durante as feiras.

Ademais, o Nordeste brasileiro se caracteriza por um clima semiárido quente, com médias de temperatura do ar de 30°C, baixa umidade do ar, alta radiação solar e elevadas taxas de evaporação (De Souza, 2017; Ferreira, 2009). Tudo isso contribui para que o bovino tenha que promover alterações fisiológicas, a fim de reduzir a produção de calor endógeno. Isso desencadeará reações como, aumento da frequência respiratória e de temperatura superficial, uns dos parâmetros utilizados para avaliar a tolerância e a adaptação dos animais. (Ferreira *et al.*, 2006; Sleiman e Saab, 1995; Santos *et al.*, 2005).

As variações da frequência respiratória estão relacionadas às condições climáticas do local o qual o animal está inserido, sendo a temperatura do ar a principal variável (Lee *et al.*, 1974). Sob estresse térmico, ocorre o aumento da frequência respiratória, com o intuito de perder calor para o ambiente, desencadeando taquipneia nos bovinos (Rezende *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2006).

A temperatura superficial da pele é também influenciada pelas condições ambientais, como temperatura do ar, umidade do ar e ventilação, e pelas condições fisiológicas, como a vascularização e a evaporação do suor (Da Nóbrega *et al.*, 2011). Quando a temperatura do ar é elevada, o gradiente térmico entre a pele do animal e o ambiente diminui e, por

consequência, as perdas sensíveis são diminuídas (Souza *et al.*, 2008). Dessa forma, para manter a temperatura corporal em condições confortáveis, o animal aumenta o fluxo sanguíneo e, a consequência desse processo, é a elevação da temperatura da pele.

Com isso, o uso da termografia infravermelha para avaliar o estresse térmico por meio do monitoramento do aumento da temperatura superficial torna-se uma opção viável, confiável e não invasiva (Hoffmann *et al.*, 2020; Wijffels *et al.* 2021). Em um estudo recente, Mincu *et al.* (2023) investigaram a possibilidade de utilizar a termografia infravermelha para detectar sinais de estresse em vacas leiteiras durante o isolamento social. Os resultados mostraram que o isolamento visual das companheiras de rebanho levou a um aumento significativo nas temperaturas orbital e nasal dos animais, medido pela termografia. Esses achados sugerem que a termografia infravermelha pode ser uma ferramenta promissora para avaliar o estresse social em bovinos.

Sabe-se que bovinos com maior grau de sangue zebuíno são mais adaptados e resistentes ao estresse por calor. Isso se deve à maior área de superfície da pele do *Bos Indicus* se comparado aos taurinos, além de realizar a sudorese de forma mais eficiente, dado o maior número de glândulas sudoríparas que possibilita um maior volume de secreção (Pereira *et al.*, 2008). No entanto, mesmo para animais considerados tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (Nardone, 1998).

Mesmo com essa problemática e embora seja crucial para o bem-estar animal nas feiras agropecuárias, a pesquisa sobre as alterações fisiológicas de bovinos nesses ambientes de ainda é pouco explorada. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros fisiológicos de bovinos durante uma exposição agropecuária no Ceará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido durante a exposição agropecuária (65^o Exposição Agroindustrial do Ceará - EXPOECE) localizada em Fortaleza – Ceará, no ano de 2019.

2.1 Comitê de Ética

Este estudo está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual do Ceará (CEUA – UECE), protocolo 480620/2020.

2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 35 bovinos adultos, sendo cinco animais de cada uma das raças Pardo-Suíço, Jersey, Girolando, Gir, Guzerá, Sindi e Nelore. Esses animais foram agrupados de acordo com seu estado fisiológico: vacas lactantes das raças Jersey, Girolando e Pardo-Suíço; novilhas da raça Sindi; fêmeas prenhes da raça Guzerá; vacas secas da raça Gir e machos da raça Nelore.

Os animais estavam alojados lado a lado em um galpão coletivo de 300 m², orientado no sentido norte-sul, com laterais abertas, cama de areia e telhado de fibrocimento. Estes eram alimentados com silagem e ração concentrada, e conduzidos ao bebedouro três vezes ao dia (manhã, meio-dia e tarde).

Dados de temperatura do ar (TA; °C) e umidade relativa do ar (UR; %) foram mensurados por meio de datalogger AK 172® (AKSO, Rio Grande do Sul, Brasil), posicionado no meio do galpão, a dois metros do chão, e programado para registrar os índices a cada 10 segundos. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado conforme a equação 1, proposta por Thom (1959):

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR / 100) \times (TA - 14,3) + 46,3)$$

Em que TA: temperatura do ar (°C); UR: a umidade relativa do ar (%); a fim de avaliar o desconforto térmico de acordo com Hahn (1985)

A frequência respiratória foi aferida a partir da contagem dos movimentos do flanco por 15 segundos, e multiplicados por 4 para obtenção da quantidade de movimentos respiratórios por minuto (mov/min). A temperatura superficial foi mensurada através de

termografia de infravermelho HT 31® (Hottec, São Paulo, Brasil), com calibração automática e emissividade de 0,96, obtendo imagens termográficas das regiões do tronco, da garupa e da cabeça (região frontal e ocular), a distância de 1,0 m, que posteriormente foram avaliadas utilizando o software IR Reporter®, através do qual, com uso da ferramenta área, foram obtidas as temperaturas médias (°C), de modo que áreas poligonais foram repetidas nas mesmas posições para todas as imagens. Tais avaliações foram realizadas às 07, 12 e 18h, durante três dias.

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à ANOVA para medidas repetidas sendo as médias comparadas por teste de Tukey, a nível de significância de 5%, utilizando o software Jamovi v.2.3

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis climáticas no interior das instalações foram distintas ao longo do dia (Tabela 1). Os valores de temperatura do ar, nos três horários foram diferentes, sendo maior às 12h ($p < 0,05$), estando acima da zona de conforto térmico para a espécie como relata Baêta e Souza (1997), que relatam uma faixa de 16 a 28 °C para bovinos indianos. Já para as raças europeias a zona de conforto térmico é ligeiramente mais estreita (-1 a 16 °C) do que os *Bos indicus*, com temperatura crítica superior a 27 °C.

Por outro lado, a umidade relativa do ar às 18h foi maior em comparação aos demais horários (7h e 12h; $p < 0,05$). Por conseguinte, foi observado que o índice de temperatura e umidade (ITU) também apresentou diferenças entre os horários, sendo maior às 12h e menor às 18h ($p < 0,05$). Hahn (1985) propôs uma classificação do estresse térmico em animais domésticos com base no índice de temperatura e umidade (ITU). De acordo com essa classificação, um ITU igual ou inferior a 70 indica que as condições ambientais são adequadas para os animais. Valores entre 71 e 78 sinalizam uma condição crítica, onde o estresse térmico começa a afetar o bem-estar animal. Entre 79 e 83, o risco aumenta significativamente, caracterizando uma situação de perigo. Valores de ITU superiores a 83 indicam uma emergência, com alto risco para a saúde e a vida dos animais. A análise do índice de temperatura e umidade (ITU) ao longo do dia revelou que os bovinos estavam sujeitos a condições de estresse térmico em todos os períodos avaliados. Os valores de ITU encontrados foram superiores ao limite de 72 estabelecido por Hahn (1985) como indicador de condições adequadas.

A análise do índice de temperatura e umidade (ITU) ao longo do dia revelou que os bovinos estavam sujeitos a condições de estresse térmico em todos os períodos avaliados. Os valores de ITU encontrados foram superiores ao limite de 72 estabelecido por Hahn (1985) como indicador de condições adequadas. Em uma metanálise abrangente, Chang-Fung-Martel *et al.*, (2021) demonstraram que o aumento do índice de temperatura e umidade (ITU) exerce um efeito negativo significativo sobre a ingestão de matéria seca em bovinos. Especificamente, os autores observaram uma redução de 0,45 kg na ingestão diária de alimento para cada unidade de aumento no ITU. Além disso, o estudo destaca o valor de ITU 68 como um limiar a partir do qual intervenções de resfriamento podem ser consideradas para mitigar os efeitos do estresse térmico. Ammer *et al.* (2018) constataram que, em vacas leiteiras de alta produção expostas a

um ITU máximo diário de 79,7, a ingestão de água aumentou com o incremento do ITU ($r = 0,29$), enquanto a ingestão de matéria seca diminuiu, especialmente em dietas com alta concentração de energia.

Tabela 1 - Parâmetros ambientais no interior dos galpões durante feira agropecuária no Nordeste do Brasil.

Horário	Temperatura do Ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Índice de Temperatura e Umidade Relativa
07h	29.3 b	67.0 b	79.9 b
12h	33.0 a	52.9 c	82.6 a
18h	27.9 c	72.9 a	79.6 c

*Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autora (2024)

Em resposta às condições climáticas adversas, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor, como o aumento da frequência respiratória (Baccari Jr., 2001). A frequência respiratória em bovinos adultos, considerada normal por Stöber (1993), situa-se entre 24 e 36 movimentos respiratórios por minuto. A frequência respiratória, em exceção para os animais das raças Gir foi superior ao meio-dia (Tabela 3). As vacas das raças Jersey e Girolando apresentaram maior valor de frequência respiratória às 12h ($p < 0,05$), enquanto as vacas das raças Pardo-Suiço e Sindi apresentaram frequência respiratória semelhante às 07 e 12h ($p < 0,05$), sendo superior ao horário das 18h, o turno de menor temperatura (27.9 °C). Os animais da raça Guzerá apresentaram valores médios de frequência respiratória superiores ($p < 0,05$) ao meio-dia, só quando comparados ao do horário de 7h. Os bovinos da raça Nelore, por sua vez, apresentaram menor frequência respiratória ($p < 0,05$) no início da manhã, enquanto as vacas Gir não exibiram diferenças estatísticas significativas entre os horários avaliados. Enquanto os *Bos taurus* são menos termotolerantes, os *Bos indicus* mostraram-se adaptados as flutuações de temperatura e umidade. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Beatty *et al.* (2016) que avaliaram as respostas fisiológicas de *Bos taurus* e *Bos indicus* ao calor e umidade, de forma prolongada e contínua e observaram que a frequência respiratória e a temperatura corporal de *Bos taurus* aumentaram significativamente enquanto a de *Bos indicus* não sofreu alterações.

Tabela 2 - Frequência respiratória, porcentagem de animais acima do limite superior da normalidade fisiológica de bovinos e temperatura superficial às 07h, 12h e 18h durante feira agropecuária no Nordeste do Brasil.

Raça	Frequência Respiratória (mov/min)			>36 mov/min			Temperatura Superficial (°C)		
	7h	12h	18h	7h	12h	18h	7h	12h	18h
Jersey	69,0 b	86,9 a	66,7 b	100%	100%	100%	35,8 ab	36,5 a	35,4 b
Pardo-Suíço	58,0 ab	63,5 a	50,9 b	100%	100%	100%	35,6 b	36,8 a	35,4 b
Girolando	47,6 b	62,7 a	46,9 b	90%	100%	100%	34,6 b	36,7 a	35,2 b
Gir	34,2	35,7	35,5	45%	60%	53%	35,5 b	36,0 a	35,2 b
Guzerá	22,1 b	30,1 a	25,3 ab	0%	27%	13%	34,5 c	36,2 a	35,0 b
Nelore	25,3 b	28,0 a	27,5 a	7%	13%	0%	35,6 b	36,8 a	35,4 c
Sindi	26,2 ab	29,1 a	23,7 b	0%	27%	7%	35,0 b	36,4 a	33,5 c

*Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pela autora.

Ao avaliar a normalidade fisiológica quanto a frequência respiratória (maior que 36 mov/min, sugerida por Stöber, 1993), 100% das fêmeas das raças Jersey e Pardo Suíço apresentaram frequência respiratória acima do normal em todos os horários, enquanto 100% das vacas Girolando exibiram alteração fisiológica às 7h e 12h. Ademais, 60% das vacas Gir e 27% das fêmeas Guzerá e Sindi apresentaram desvios da normalidade ao meio-dia. Por outro lado, touros Nelore apresentaram apenas 13% de desvios da normalidade ao meio-dia, e não tendo nenhum animal com aumento anormal da frequência respiratória às 18h.

O presente estudo evidenciou que as raças Jersey, Pardo Suíço e Girolando apresentaram frequências respiratórias elevadas em todas as avaliações, sugerindo maior suscetibilidade ao estresse térmico. Em contraste, as raças zebuínas, como Gir, Guzerá, Nelore e Sindi, apresentaram frequências respiratórias dentro dos parâmetros normais, indicando maior adaptação às condições de calor, tendo associação à expressão de genes ligados à termotolerância. Rong *et al.* (2019) estudaram a associação da variação genética HSF1 com tolerância ao calor em gado chinês, verificaram que a frequência do alelo G, associado à tolerância ao calor, era inexistente em Angus e presente em Zebu. Além disso, o alelo G é mais frequente no sul da China, região mais quente, e diminui em direção ao norte, enquanto o alelo A tem o padrão oposto. Além disso, Sajjanar *et al.* (2023) observaram que animais *Bos taurus*

apresentaram maior expressão de genes associados a resposta ao estresse térmico (HSPH1, HSPB8, FKB4, DNAJ4 e SERPINH1) indicando maior adaptação dos zebuínos.

Visto a diferença genética no que tange a termotolerância e o aumento da frequência respiratória, foram obtidos valores de 69; 86,9 e 66,7 mov/min às 7h, 12h e 18h, respectivamente, para as vacas da raça Jersey. Valores semelhantes foram encontrados por Conto (2015), que relatou uma frequência respiratória de 92,2 mov/min em novilhas da raça Jersey, em pastagem de milho no horário de temperatura do ar média mais elevada. As vacas Pardo Suíço apresentaram uma frequência respiratória média de 58, 63,5 e 50,9 mov/min nos horários de 7h, 12h e 18h, respectivamente. Esses valores excederam os encontrados por Perosa *et al.* (2018) em um estudo com vacas da mesma raça em sistema a pasto, no qual a frequência respiratória média foi de apenas 25,3 mov/min. A discrepância entre os resultados pode ser atribuída à temperatura ambiente mais amena do estudo, que induziu um menor esforço respiratório para dissipar o calor.

As vacas da raça Girolando apresentaram menores valores de frequência respiratória se comparado as fêmeas da raça Jersey e Pardo-Suíço. A frequência respiratória das vacas Girolando, com média de 62,7 mov/min no período da tarde, superou os valores encontrados em estudos anteriores realizados no Nordeste brasileiro. De Souza *et al.* (2017) e Da Costa *et al.* (2014) reportaram, respectivamente, 48 e 47,7 mov/min para vacas Girolando em condições semelhantes. Além disso, Da Costa *et al.* (2014) demonstraram que animais Girolando com maior proporção de sangue europeu exibem menor frequência respiratória em resposta ao estresse térmico, sugerindo maior tolerância ao calor.

Foi observado que 100% das fêmeas Girolando apresentavam parâmetros fisiológicos acima do limite normal ao meio-dia e às 18h. Esses resultados superaram os dados encontrados por Da Costa *et al.* (2015), que investigaram a frequência respiratória de vacas Girolando mestiças sob estresse térmico no Nordeste do Brasil, no qual apenas 63,3% das vacas estavam acima do limite superior da normalidade, especialmente durante a tarde.

Novilhas Sindi e vacas Guzerá demonstraram excelente adaptação às condições climáticas adversas da feira, apresentando frequências respiratórias dentro da normalidade fisiológica, com médias de 29,1 e 30,1 mov/min, respectivamente, mesmo no horário de maior temperatura. Esses dados foram maiores que os achados por Furtado *et al.* (2012) em uma pesquisa realizada no agreste paraibano, que avaliou a termorregulação e o desempenho de tourinhos das mesmas raças, encontrando valores médios de frequência respiratória de 23,6 e 23,7 mov/min para Sindi e Guzerá, respectivamente ao meio-dia. Os resultados do presente estudo também corroboram com os encontrados por Turco *et al.* (1990) que ao avaliarem a

temperatura retal e a frequência respiratória de bovinos da raça Sindi no semiárido brasileiro, observaram que os valores de frequência respiratória foram maiores ($p < 0,05$) no período de maior temperatura do ar média. Os machos Nelore apresentaram frequências respiratórias de 25,3, 28,0 e 27,5 mov/min nas avaliações realizadas às 7h, 12h e 18h, respectivamente. Esses valores, apesar de inferiores aos observados por Shiota *et al.* (2013) em novilhas Nelore submetidas a diferentes estações do ano, sugerem uma boa capacidade de termorregulação da raça às diferentes condições térmicas ao longo do dia, especialmente considerando as diferenças fisiológicas entre machos e fêmeas. Valores superiores também foram encontrados por Lima *et al.* (2020) avaliando o efeito da alta temperatura nos parâmetros fisiológicos das raças bovinas Nelore (*Bos taurus indicus*), no qual foi registrado uma frequência respiratória de 33,1 mov/min em animais submetidos a sombra.

Outra resposta fisiológica do animal em condições de estresse térmico é o aumento da temperatura superficial, visto que está diretamente relacionada à temperatura do ambiente (Ferreira *et al.*, 2006). Dessa forma, a variável de temperatura superficial dos animais pode ser utilizada como um indicador eficiente do estado fisiológico, permitindo avaliar situações de estresse térmico e sanidade, bem-estar e saúde. Para isso, o uso de termografia infravermelha torna-se um instrumento inovador e eficaz, de baixo custo, prático e não invasivo (McManus *et al.*, 2016). Em contrapartida, segundo Leles *et al.* (2017), temperaturas superficiais (TS) não são consideradas confiáveis para avaliação de estresse térmico, quando comparadas com temperatura internas retal (TR) e vaginal (TV) que representam o acúmulo de calor interno do corpo. TS são sempre mais baixas que a temperaturas internas TR e TV, visto que variam enormemente entre diferentes partes das superfícies do corporal, resultando em correlações baixas com a temperaturas internas. Costa *et al.* (2014) comparou resultados de temperaturas retais de dois grupos de vacas mestiças Girolando ($\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir e $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir) e os resultados apresentaram diferenças significativas entre os grupos. Em relato pessoal os autores afirmaram terem avaliado também a TS. Entretanto, os resultados de TS variaram muito em função da coloração de pelagem não uniforme do girolando, não resultando, assim, em dados confiáveis.

Contudo, os resultados neste estudo comparando 4 regiões corporais em diferentes horários (7h, 12h e 18h) revelam que a TS varia em função dos horários, sendo às 12 horas, horário de maior radiação solar, com temperaturas mais elevadas. Assim, um dinâmica de ganho e perda de calor pode ser avaliada quando se comparam várias raças, como neste estudo, e inferir uma taxa de termólise com ganho de calor superficial entre 7 e 12 horas e perda de calor superficial por volta de 18 horas. Com esta metodologia pode-se avaliar quais raças apresentam

maior tolerância ao calor pela taxa de térmolise superficial. Isto, é, quem resfria o corpo mais eficientemente entre 12h e 18h.

Dessa forma, verificou-se que a temperatura superficial dos bovinos das raças Pardo Suíço, Girolando, Gir, Guzerá, Nelore e Sindi foi maior ao meio-dia (12h; $p < 0,05$) em comparação aos demais horários. Já as vacas Jersey apresentaram maior temperatura superficial ao meio-dia (36,5 °C), apenas quando comparada ao final da tarde (35,4 °C), com perda de 1,1 °C (18h; $p < 0,05$). As temperaturas superficiais mais elevadas observadas às 12h indicam que a radiação solar, mesmo indiretamente, influencia a termorregulação dos animais, mesmo em ambientes confinados. Concluindo que no horário de 12h, todos os animais estavam sob estresse térmico. Esse aumento pode ser explicado pelo incremento do fluxo sanguíneo cutâneo, um mecanismo fisiológico de dissipação de calor em resposta ao estresse térmico (Souza *et al.*, 2007). Segundo Martello (2006), valores de temperatura superficial entre 31,6 e 34,7 °C não indicam estresse térmico em ambientes sombreados ou com climatização. Ainda assim, Salles *et al.* (2015) relata que há dificuldade em determinar a faixa de normalidade da temperatura superficial por conta da influência de fatores ambientais e à variação na cor e características morfológicas da pele e pelagem.

As vacas Jersey apresentaram temperaturas superficiais variando entre 35,4 °C e 36,5 °C ao longo do dia. Valores semelhantes às encontradas por Conto (2015), que registrou uma temperatura superficial de 35,5 °C em novilhas Jersey durante o período da tarde, em condições de pastagem sem sombra. A temperatura superficial das vacas Pardo-Suíço variou entre 35,4 e 36,8 °C ao longo do dia. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Leles *et al.* (2017), que registraram temperaturas médias de 35,5 a 35,8 °C em vacas Pardo-Suíço em diferentes condições reprodutivas e produtivas no semiárido.

Ao avaliar a temperatura superficial de vacas Girolando em lactação, observou-se um aumento gradual ao longo do dia, com valores de 34,6°C, 36,7°C e 35,2°C às 7h, 12h e 18h, respectivamente. Esses resultados divergem dos encontrados por Lima *et al.* (2013), que estudaram a termorregulação de diferentes grupos genéticos de vacas Girolando em Pernambuco. Neste estudo anterior, as temperaturas superficiais foram inferiores, variando entre 33,4°C e 34,7°C para animais com diferentes proporções de sangue Holandês. Lima *et al.* (2013) concluíram que as vacas com maior grau de sangue Holandês apresentavam maior sensibilidade ao estresse térmico.

As fêmeas Sindi e Guzerá apresentaram temperatura superficial de 36,4 e 36,2 °C ao meio dia, respectivamente. Corroborando com valores encontrados por Fonsêca *et al.* (2016), que avaliaram respostas termorreguladoras de novilhas Sindi e Guzerá sob condições de sombra

em um ambiente tropical, no qual a temperatura superficial também foi maior à tarde, registrando uma temperatura superficial de 34.1 °C para animais da raça Sindi e 34.4 °C para a raça Guzerá. Furtado *et al.* (2012) também observaram um padrão semelhante em seus estudos com bovinos Sindi e Guzerá, relatando temperaturas superficiais mais elevadas ao meio-dia. Os autores encontraram temperaturas de 32,2°C para a raça Sindi e 32,1°C para a raça Guzerá nesse horário específico.

Os machos da raça Nelore apresentaram temperatura superficial de 35,6 e 36,8 °C às 7h e às 12h, respectivamente. Valores semelhantes no período da manhã foram encontrados por Cardoso *et al.* (2016) que ao avaliar a tolerância ao calor em Nelore usando imagens termográficas encontrou uma temperatura de 34.5°C. No entanto, no período da tarde, o valor registrado foi superior, aferindo uma temperatura de 38.0°C.

Os dados de temperaturas superficiais de áreas do corpo (fronte, tronco, garupa e ocular) dos grupos raciais de bovinos são apresentados na tabela 3. A distribuição da temperatura superficial média das raças variou de acordo com a região anatômica e o horário de avaliação. Segundo Gloster *et al.* (2011), estudando a variação da temperatura em bovinos, a temperatura ocular não foi afetada pela temperatura ambiente e essa característica torna a temperatura ocular um indicador útil para estimar a temperatura corporal central desses animais. Os pesquisadores constataram que a temperatura ocular é, em média, 2°C mais baixa do que a temperatura medida por via retal, e essa diferença não é significativamente afetada pelas condições climáticas ($p > 0,05$). Theusme *et al.* (2022), avaliando a predição da temperatura retal em novilhas holandesas usando termografia infravermelha, encontraram que a temperatura da fronte apresentou a maior ($r = 0,58$) correlação com temperatura retal. Peng *et al.* (2019) verificando temperatura da superfície corporal e sua relação com a temperatura retal em vacas leiteiras, encontraram que às temperaturas médias da região frontal apresentaram o maior coeficiente de correlação com a temperatura retal ($r = 0,557$) e que tanto a temperatura média quanto a máxima da garupa apresentaram coeficientes relativamente altos com temperatura retal.

Tabela 3 - Temperatura superficial de áreas do corpo de bovinos às 07h, 12h e 18h durante feira agropecuária no Nordeste do Brasil.

Raças	Fronte			Tronco			Garupa			Ocular		
	7h	12h	18h	7h	12h	18h	7h	12h	18h	7h	12h	18h
Jersey	35,2 a	35,7 a	34,3 b	35,8	36,0	35,6	35,5 b	36,3 a	36,6 b	36,6	36,7	36,8
Pardo-Suíço	35,6 b	36,5 a	35,1 b	36,0 b	36,9 a	35,8 b	35,3 b	37,1 a	35,5 b	36,3 ab	36,6 a	35,9 b
Girolando	35,3 b	36,5 a	35,0 b	35,8 b	37,0 a	35,7 b	35,8 b	36,9 a	35,6 b	36,4 b	37,3 a	36,5 b
Gir	35,7 b	36,5 a	35,2 b	35,8 b	36,5 a	35,6 b	35,8 ab	36,4 a	35,4 b	35,9 b	36,5 a	35,7 b
Guzerá	34,5 b	36,5 a	35,0 b	35,0 b	36,9 a	35,5 b	34,7b	36,8 a	35,3 b	35,3 b	36,9 a	35,9 b
Nelore	34,4 c	36,1 a	35,2 b	34,5 c	36,3 a	35,0 b	34,8 b	36,2 a	34,9 b	35,9 b	36,9 a	35,9 b
Sindi	35,0 b	36,5 a	33,7 c	35,5 b	36,5 a	33,6 c	34,8 ab	36,1 a	33,3 b	35,8 b	36,8 a	34,7 c

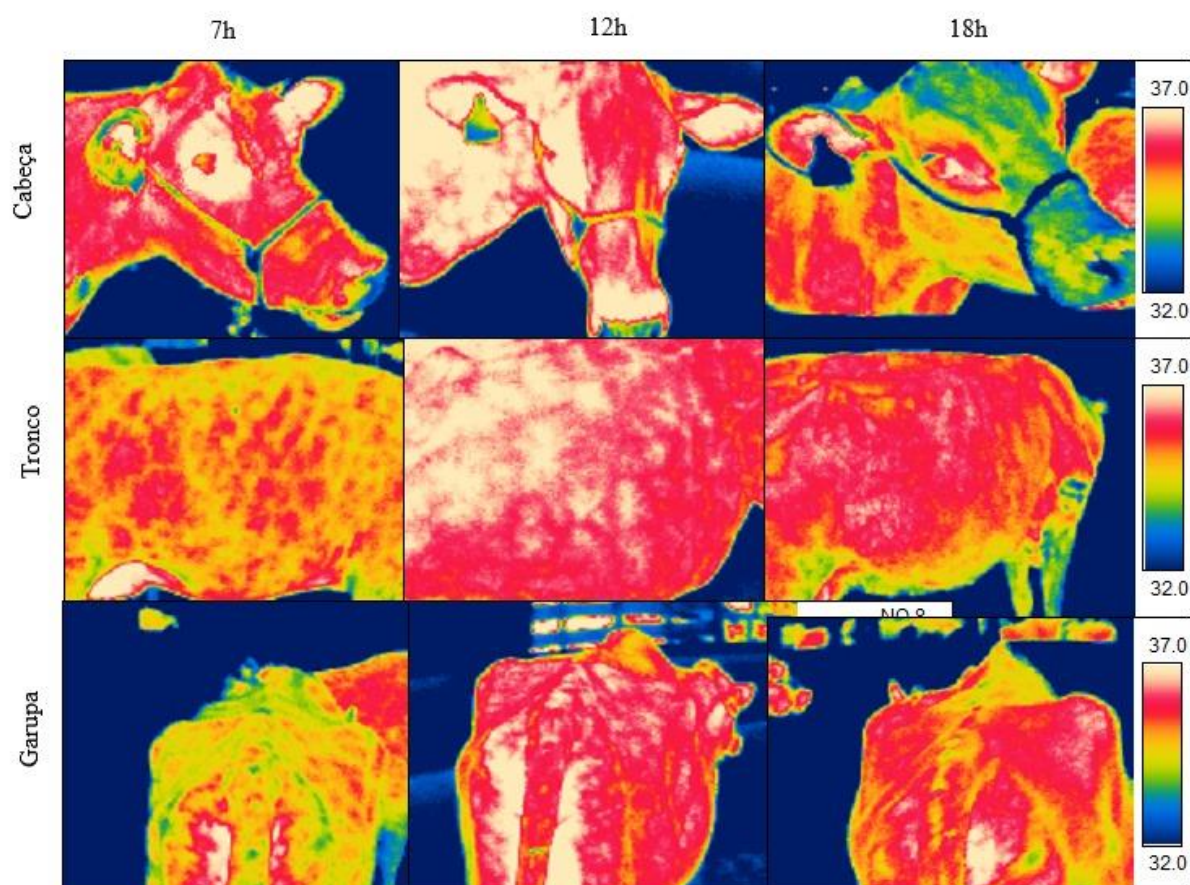
*Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora

As fêmeas em lactação da raça Jersey apresentaram temperatura superficial aumentada ao meio-dia na região da garupa (+0,8 °C; $p < 0,05$) e menor temperatura na região da frente no final da tarde (18h), com perda de 1,4 °C. A temperatura superficial média do tronco e da região ocular não apresentaram diferenças significativas entre os horários. Os resultados divergem dos encontrados por Salles *et al.* (2016), que ao avaliarem a temperatura da superfície corporal de bovinos leiteiros Jersey, relataram que as temperaturas mais altas encontradas, dentre as regiões estudadas, foram as da região ocular. Já a temperatura da região frontal foi uma das mais baixas, com uma média de 28,4 °C.

Utilizando a termografia, foi possível visualizar as alterações dinâmicas da temperatura superficial das vacas Jersey em diferentes momentos do dia (Figura 1).

Figura 1 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Jersey ao longo do dia.

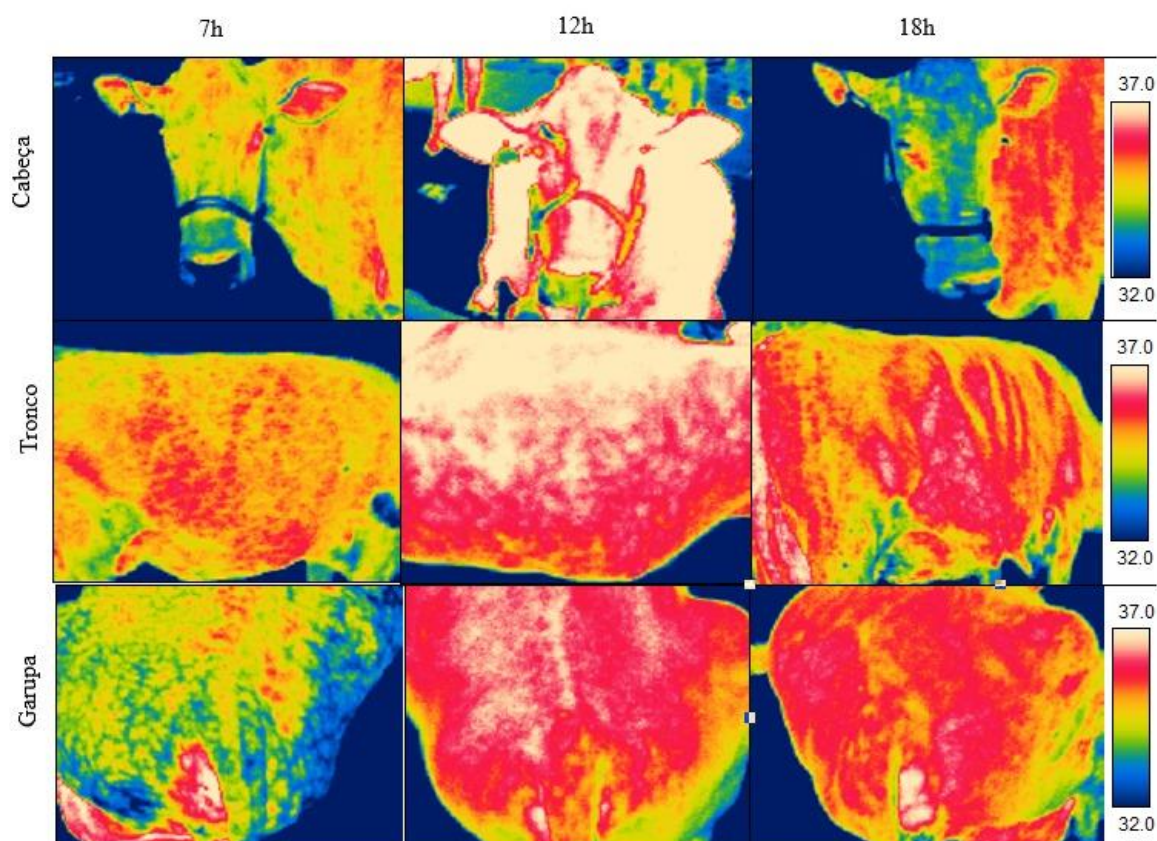


Fonte: Autora, 2024

As fêmeas em lactação da raça Pardo Suíço apresentaram temperatura superficial da frente aumentada ao meio dia (+0,9 °C), registrando temperaturas de 35,6; 36,5 e 35,1 °C às 7h, 12h e 18h, respectivamente. Esses resultados corroboram os achados de Leles *et al.* (2017),

que ao estudar vacas Pardo-Suíço em diferentes fases fisiológicas, relatou temperaturas de frente de 35,3 °C em vacas lactantes não prenhes, 35,8 °C em vacas lactantes prenhes e 36,3 °C em vacas prenhes secas. As temperaturas do tronco (+0,9 °C) e garupa (+1,8 °C), também foram aumentadas às 12h, enquanto a temperatura superficial da região ocular às 12h foi superior apenas àquela obtida às 18h. A figura 2 demonstra flutuações de temperatura das vacas Pardo Suíço ao longo do dia.

Figura 2 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Pardo-Suíço ao longo do dia.

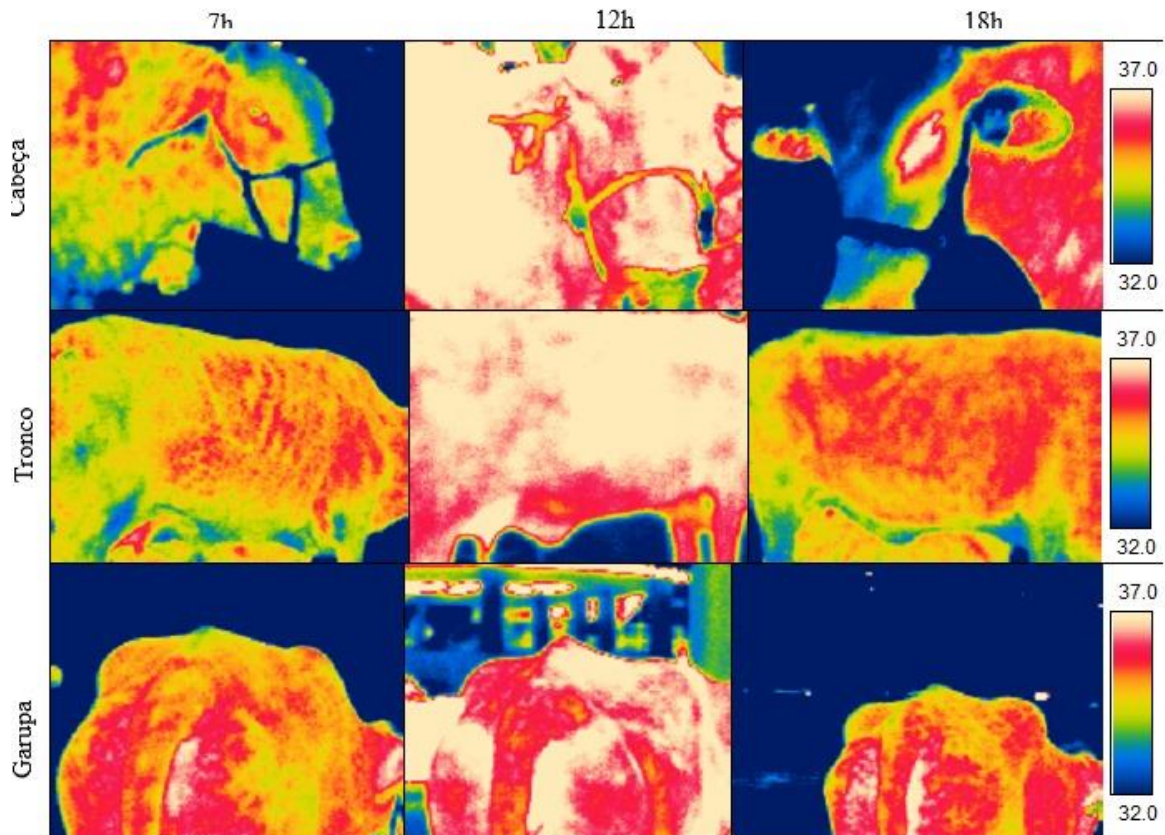


Fonte: Autora, 2024

Nas fêmeas em lactação da raça Girolando, a temperatura superficial média da frente, tronco, garupa e região ocular apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) ao meio dia, com a temperatura aumentada em pelo menos 1,1 °C. A temperatura superficial da região ocular das vacas Girolando apresentou um aumento de 0,9 °C ao longo do dia, com o valor máximo de 37,3 °C às 12h. Esses resultados são superiores aos encontrados por Guadagnin *et al.* (2023) em vacas mestiças (½ Holandesas ½ Gir), que registraram temperaturas na região ocular de 36,8 °C para vacas (½ Holandesas ½ Gir).

Essas alterações na temperatura superficial das vacas Girolando ao longo do dia foram visíveis por meio das imagens termográficas (Figura 3).

Figura 3 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Girolando ao longo do dia.

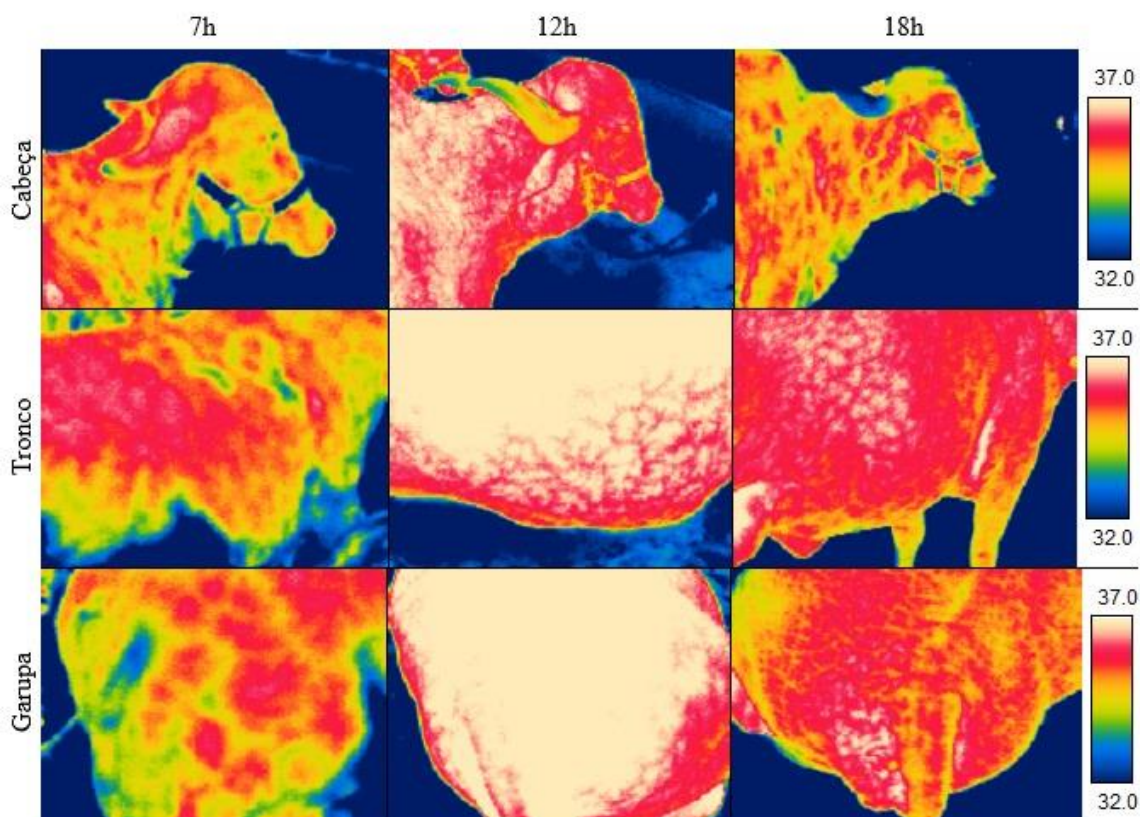


Fonte: Autora, 2024

A raça Gir apresentou valores maiores de temperatura superficial ($p < 0,05$) da frente, tronco e região ocular às 12h, com um aumento de pelo menos $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto a temperatura superficial da garupa às 12h foi superior somente à aferida às 18h. A temperatura da região ocular variou entre $35,7$ e $36,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ao longo do dia, com um pico ao meio-dia. Esses valores foram inferiores aos encontrados por Vicentini *et al.* (2020), que avaliando o uso de termografia infravermelha para verificar mudanças na temperatura corporal da superfície durante as fases reprodutivas do proestro e do estro em novilhas Gir registraram uma média $38,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo a maior entre os tratamentos estudados. Além disso, nesse mesmo estudo, verificou-se que as regiões do olho e vulva apresentaram as maiores variações de temperatura durante as fases de proestro e estro, sendo menos afetadas por fatores ambientais em comparação com a região do focinho.

As imagens termográficas permitiram visualizar as variações na temperatura superficial das vacas Gir ao longo do dia (Figura 4).

Figura 4 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Gir ao longo do dia.

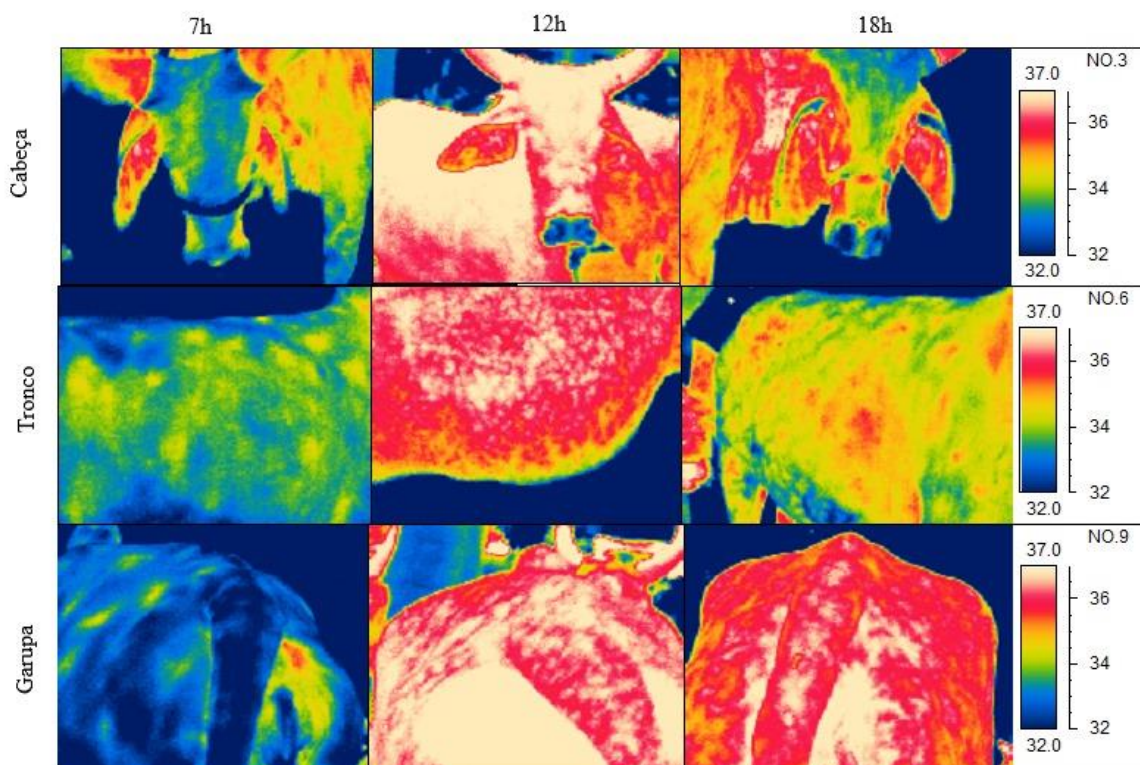


Fonte: Autora, 2024

As fêmeas prenhes da raça Guzzerá apresentaram valores de temperatura superficial superiores ($p < 0,05$) ao meio-dia. As temperaturas superficiais da garupa e da região ocular apresentaram um aumento significativo ao longo do dia, com picos de 36,8 e 36,9 °C, respectivamente, às 12h. A região da garupa apresentou um aumento de 2,1 °C em relação ao horário de temperatura mais amena (7h), enquanto a região ocular aumentou 1,6 °C. Esses valores são superiores aos encontrados por Marquez *et al.* (2019) com vacas cíclicas e prenhes, que registraram temperaturas médias de 29,3°C na garupa e 33,7 °C na região ocular. Além disso, as regiões da região da frente (+2,0 °C) e tronco (+1,9 °C) também apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) ao meio-dia.

Por meio de imagens termográficas (Figura 5), foi possível observar as flutuações na temperatura superficial das vacas Guzzerá ao longo do dia.

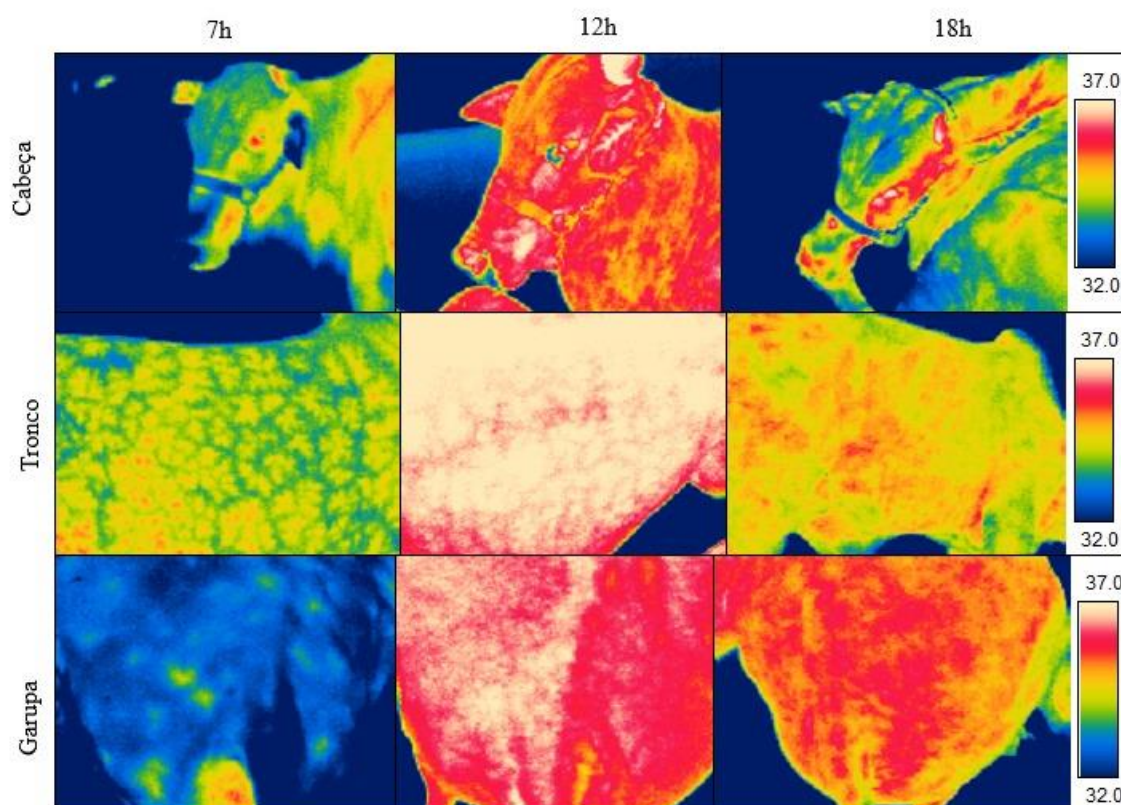
Figura 5 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Guzera ao longo do dia.



Fonte: Autora, 2024

Os touros da raça Nelore apresentaram um aumento significativo ($p < 0,05$) da temperatura superficial na frente, tronco e garupa ao meio-dia, fator evidente na figura 6, com ganhos de pelo menos $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, com exceção da região ocular, que apresentou um aumento menor ($+ 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Contudo, Vieira *et al.* (2023) utilizando termografia e taxa fisiológica para avaliar a tolerância ao calor em raças bovinas encontrou que a temperatura ocular apresentou alta correlação com a temperatura do ar e que os animais da raça Nelore apresentaram maiores valores de temperatura ocular. As temperaturas da frente foram de $34,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ às 7h e $36,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ às 12h. Na região da garupa, os valores foram $34,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $36,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, nos mesmos horários. Valores maiores de temperatura de garupa foram encontrados por Cardoso *et al.* (2016), registrando $35,2$ e $38,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ no período da manhã e tarde, respectivamente. No entanto, os valores de temperatura da área da cabeça foram semelhantes a esse estudo pela manhã, encontrando $34,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, e maiores no período da tarde, no qual foi aferido uma temperatura de $38,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 6 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de um touro Nelore ao longo do dia.

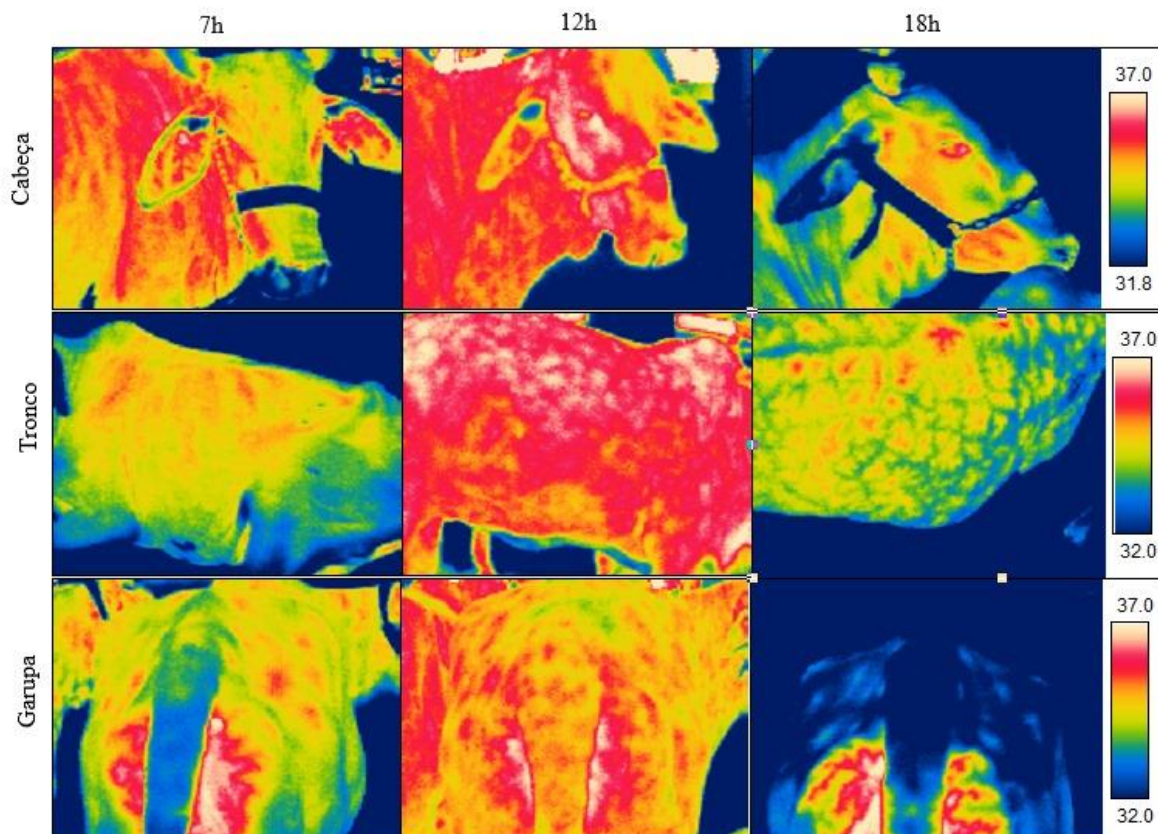


Fonte: Autora, 2024.

As novilhas Sindi mostraram temperaturas superficiais significativamente mais altas ($p < 0,05$) na frente, tronco e região ocular ao meio-dia quando comparadas aos outros horários. A temperatura ocular, que alcançou $36,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ às 12h, excedeu os valores máximos relatados por Mincu *et al.* (2023) em vacas sob estresse social após o isolamento, no qual sua média maior foi de $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, mas com um aumento de $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre dois horários, semelhante ao comportamento obtido entre o horário de 7h e 12h no estudo realizado na Feira Agropecuária.

A temperatura superficial da garupa, aferida no horário de 12h, foi superior apenas àquela obtida às 18h. Às 18h foi observada redução da temperatura superficial de pelo menos $2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ na região da frente, tronco e garupa e esse fenômeno pode ser explicado pelas menores temperaturas dos horários da noite. Esse decréscimo de temperatura entre o horário da tarde e o horário de 18h é visível na Figura 7.

Figura 7 - Análise termográfica das regiões da cabeça, corpo e garupa de uma vaca Sindi ao longo do dia.



Fonte: Autora, 2024.

4 CONCLUSÃO

Portanto, durante feira agropecuária no nordeste do Brasil, foi observado que os animais estavam em estresse térmico, estando nos três horários em situação de perigo, dado o ITU registrado, o que implicou na alteração tanto da frequência respiratória quanto da temperatura superficial de bovinos, especialmente ao meio-dia, principalmente daqueles em lactação, sendo os *Bos indicus* os que apresentaram menores alterações. Assim, a fim de otimizar a ambiência e garantir maior conforto térmico, algumas modificações estruturais se fazem necessárias, como a elevação do pé-direito para facilitar a circulação do ar, instalação de lanternins e substituição das telhas de fibrocimento por telhas de barro, que possuem maior capacidade de dissipar o calor.

Ademais, a termografia de infravermelho foi eficiente em mensurar a temperatura superficial dos bovinos, evidenciando a representatividade das temperaturas da frente, tronco e garupa na observação dos ganhos e perda de calor em situações de desconforto térmico.

REFERÊNCIAS

- AMMER, S. *et al.* Impact of diet composition and temperature–humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 1, p. 103-113, 2018.
- BACCARI Jr., F. **Estudo da frequência cardíaca e da temperatura retal em bovinos leiteiros da espécie Bos taurus. I. Efeito da idade. II. Grupos etários. Valores normais em condições naturais de clima tropical. III. Comparação entre raças, sexos e períodos do dia.** Arq. Esc. Vet. UFMG, v.23, p.337, 1971.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** Viçosa: UFV, 246 p. 1997.
- BEATTY, D. T.; BARNES, A.; TAYLOR, E.; PETHICK, D.; MCCARTHY, M.; MALONEY, S. K.. Physiological responses of Bos taurus and Bos indicus cattle to prolonged, continuous heat and humidity¹. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 84, n. 4, p. 972-985, 1 abr. 2006. Oxford University Press (OUP)
- Broom D.M. & Johnson K.G. 1993. **Stress and animal welfare.** Chapman and Hall, London. 211p.
- CARDOSO, Caio Cesar *et al.* Heat tolerance in Curraleiro Pe-Duro, Pantaneiro and Nelore cattle using thermographic images. **Animals**, v. 6, n. 2, p. 9, 2016.
- CARVALHO, C.C.S. *et al.* Animal and workers' welfare during agricultural fair. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Montes Claros, v. 7, n. 2 p. 78-85, 2019.
- CHANG-FUNG-MARTEL, J. *et al.* Negative relationship between dry matter intake and the temperature-humidity index with increasing heat stress in cattle: a global meta-analysis. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, n. 12, p. 2099-2109, 2021.
- CONTO, Leandro de. **Respostas de novilhas Jersey em pastejo de milho sem e com acesso à sombra.** 2015. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas,, Pelotas, 2015.
- DA COSTA, Antônio Néelson Lima *et al.* Hormonal profiles, physiological parameters, and productive and reproductive performances of Girolando cows in the state of Ceará-Brazil. **International journal of biometeorology**, v. 59, p. 231-236, 2014.
- DA COSTA, Antônio Néelson Lima et al. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, p. 1647-1653, 2015.
- DA NÓBREGA, Giovanna Henriques *et al.* A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, n. 1, p. 9, 2011.
- De Souza M. A. *et al.* Avaliação da temperatura retal e frequência respiratória em vacas Girolando sob clima semiárido no Cariri Cearense. **CBBiomet** 2017. Journal contribution.

FERREIRA, F. *et al.* Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 732-738, 2006.

FERREIRA, M. DE A. *et al.* Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe, p. 322–329, jul. 2009.

Fonsêca, Vinicius de França Carvalho *et al.* Thermoregulatory responses of sindhi and guzerat heifers under shade in a tropical environment. *Semina: Ciências Agrárias* v. 37, pp. 4327-4337, 2016.

FURTADO, Dermeval A. *et al.* Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá, no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 1022-1028, 2012.

GLOSTER, John *et al.* Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. **BMC veterinary research**, v. 7, p. 1-10, 2011.

GUADAGNIN, Anne R. *et al.* Assessment of heat production and methane emission using infrared thermography in lactating Holstein and Gyrolando-F1 (½ Holstein ½ Gyr) crossbreed cows. **Journal of Thermal Biology**, v. 115, p. 103628, 2023.

HAHN, G.L. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: Yousef, M.K. (ed.). **Stress physiology in livestock**, v. 2. CRC Press. Boca Raton. 1985.

HOFFMANN, Gundula *et al.* Animal-related, non-invasive indicators for determining heat stress in dairy cows. **Biosystems Engineering**, v. 199, p. 83-96, 2020.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Agropecuárias, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2022

LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Cambridge, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.

LELES, Jaqueline Silva *et al.* Heat Stress and body temperature in brown swiss cows raised in semi-arid climate of Ceará state, Brazil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, p. 8-8, 2017.

LIMA, Ivalda de Albuquerque *et al.* Thermoregulation of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, p. 193-199, 2013.

LIMA, Sergio BGNP *et al.* Effect of high temperature on physiological parameters of Nelore (*Bos taurus indicus*) and Caracu (*Bos taurus taurus*) cattle breeds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 5, p. 2233-2241, 2020.

MARQUEZ, HJ Perez *et al.* Infrared thermography and behavioral biometrics associated with estrus indicators and ovulation in estrus-synchronized dairy cows housed in tiestalls. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 5, p. 4427-4440, 2019.

MARTELLO, L. S. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em freestall.** 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006

McMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GARCIA, J. A. S.; EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S. Heat tolerance in naturalized cattle in Brazil: physical factors. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 54, p. 453- 458, 2005

MINCU, Madalina; NICOLAE, Ioana; GAVOJDIAN, Dinu. Infrared thermography as a non-invasive method for evaluating stress in lactating dairy cows during isolation challenges. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1236668, 2023.

NARDONE, A. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment. **Zootec. Nutr.Anim.**, v.24, p.295-306, 1998.

PENG, D. et al. Infrared thermography measured body surface temperature and its relationship with rectal temperature in dairy cows under different temperature-humidity indexes. **International journal of biometeorology**, v. 63, p. 327-336, 2019.

PEREIRA, J. C. *et al.*. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 328–334, fev. 2008.

PEROSA, Camila Felicetti *et al.* Conforto térmico de vacas em lactação das raças Holandês e Pardo-Suíço em sistema a pasto. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, 28., 2018.

REZENDE, Soraia Rage *et al.* Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Vet. Not.**, p. 18-29, 2015.

RONG, Yu *et al.* Association of HSF1 Genetic Variation with Heat Tolerance in Chinese Cattle. **Animals**, [S.L.], v. 9, n. 12, p. 1027, 25 nov. 2019. MDPI AG.

Sajjanar, B. *et al.* Genome-wide expression analysis reveals different heat shock responses in indigenous (*Bos indicus*) and crossbred (*Bos indicus* X *Bos taurus*) cattle. **Genes and Environ** 45, 17 (2023).

Salles, M.G.F.; Silva Junior, F. A. P.; Pereira Pinto, A.B.; Rodrigues, I.C.S; Viana Neto, A.M.; Rocha, D.R. & Araújo, A.A. Pinto, C.M. Termo tolerância de vacas mestiças segundo a cor do pelame no período seco do semiárido cearense. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**, 25., 2015.

SALLES, Marcia Saladini Vieira *et al.* Mapping the body surface temperature of cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v. 62, p. 63-69, 2016.

SANTOS, F. C. B. DOS . *et al.* Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 142–149, jan. 2005.

SHIOTA, A.M.; SANTOS, S.F.; NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Parâmetros fisiológicos, características de pelame e gradientes térmicos em novilhas nelore no verão e inverno em ambiente tropical. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, Supplement. 1, p. 1687-1695, Nov. 2013.

SILVA, R. G. *et al*, Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.

SLEIMAN, F.T.; ABI SAAB, S. Influence of environment on respiration, heart rate and body temperature of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v.16, n.1, p.49-53, 1995.

SOUZA, Bonifácio Benício de *et al*. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 275-280, 2008.

STÖBER, M. **Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral**. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. Exame clínico dos bovinos. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. cap.2, p.44- 80.

THEUSME, Chilove et al. Prediction of rectal temperature in Holstein heifers using infrared thermography, respiration frequency, and climatic variables. **International Journal of Biometeorology**, v. 66, n. 12, p. 2489-2500, 2022.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*. v. 12, p. 57-59, 1959.

Turco, S. H. N.; Araújo, G. G. L.; Teixeira, A. H. C. Temperatura retal e frequência respiratória de bovinos da raça Sindi do semiárido brasileiro. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 34, 1990, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1990.

VICENTINI, Rogério R. et al. Infrared thermography reveals surface body temperature changes during proestrus and estrus reproductive phases in Gyr heifers (*Bos taurus indicus*). **Journal of Thermal Biology**, v. 92, p. 102662, 2020.

VIEIRA, Renata A. *et al*. Use of thermography and physiological rate to assess heat tolerance in cattle breeds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 3, p. 223, 2023.

WIJFFELS, Gene *et al*. Methods to quantify heat stress in ruminants: Current status and future prospects. **Methods**, v. 186, p. 3-13, 2021.