



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

LARA FERREIRA INÁCIO

VARIAÇÕES DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVELHAS DA RAÇA
RABO LARGO AO LONGO DO CICLO CIRCADIANO EM CLIMA TROPICAL
SEMIÚMIDO

FORTALEZA

2026

LARA FERREIRA INÁCIO

VARIAÇÕES DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVELHAS DA RAÇA RABO
LARGO AO LONGO DO CICLO CIRCADIANO EM CLIMA TROPICAL SEMIÚMIDO

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação
em Zootecnia do departamento de Zootecnia
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Aderson Martins Viana
Neto.

FORTALEZA - CE

2026

LARA FERREIRA INÁCIO

VARIAÇÕES DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVELHAS DA RAÇA RABO
LARGO AO LONGO DO CICLO CIRCADIANO EM CLIMA TROPICAL SEMIÚMIDO

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação
em Zootecnia do departamento de Zootecnia
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Aderson Martins Viana
Neto.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto (Orientador)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

M.Sc. Kilvia Karoline de Souza Viveiros Melo
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela minha família, minha vida e todas as oportunidades que me foram dadas no meu caminho até aqui.

Hà meus pais, Expedita Maria e Manoel Domingos e minha tia Maria Lucineide que sempre me apoiaram e me deram suporte para permanecer na faculdades nos tempos mais difíceis da minha vida.

Hà meu namorado, Marcos Vinicio que sempre me apoiou nos estudos, nos cursos e também nos manejos dos setores que eu participei, mesmo não gostando de animais rrsrrsrrs.

Ao professor Aderson Martins Viana, por me acolher no setor à qual é responsável e por confiar em mim durante as atividades desenvolvidas, desde os manejos diários até a elaboração de trabalhos escritos, apresentações, projetos e demais atividades realizadas. Agradeço pela dedicação, paciência, ensinamentos e por todo o suporte oferecido durante minha formação e, especialmente, durante a realização deste trabalho.

Aos amigos Cláudia Gabriela, Levi Coutinho, Lucas Tavares e Samuel Vinicius Sammy, que estiveram comigo desde o 1º semestre pela faculdade, tornando essa jornada mais leve, compartilhando momentos de alegria, desafios e aprendizados.

Aos amigos que me receberam no setor de Ovinocaprinocultura, Ana Jullya, Vitória de Fátima, Marcos Lins, Mikaelle Brena, Francisca Tais, Vivian Laura, Rafaela Pantuzzi, e Roberta dos Anjo, que me passaram tudo o que sabiam durante o tempo que estivemos juntos.

Aos novos amigos que conheci no setor ao decorrer desses três anos, Ana Beatriz, Ian Vasconcelos, Arthur Alves, Isabela Alves, Isabely Sena, Catarina Gomes, Guilherme Farias, Jamily Ferreira, Vitoria Carneiro, Lucas Silva, Lara Cassimiro, Leonardo Pedroso, Márlia Sampaio, Isabely Cristina, Gabrielly Carvalho, Pietra Oliveira, Nicole Saboia, e Zelita Feitosa, que fizeram com que os manejos e os experimentos fossem mais alegres.

As amizades que fiz antes e durante o Curso de Zootecnia, Milena Teixeira, Ronnald Pinheiro, Dara Barbosa, Laura Vitória, Yasmin Rebouças e Sarah Queiroz que me proporcionaram oportunidades e momentos únicos e divertidos durante a graduação.

À Universidade Federal do Ceará, pelo seu corpo docente dedicado e por todas as oportunidades proporcionadas ao longo da graduação.

À todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, deixo minha sincera gratidão.

RESUMO

A criação de ovinos no Nordeste brasileiro ocorre, principalmente, em sistemas extensivos ou semi-intensivos, nos quais os animais são submetidos a condições climáticas desafiadoras, que podem influenciar o bem-estar e o desempenho produtivo dos animais. Com isso, esse estudo teve como objetivo avaliar o ciclo circadiano dos parâmetros fisiológicos de ovelhas da raça Rabo Largo expostas à radiação solar durante o período seco no Nordeste brasileiro. Utilizou-se oito ovelhas da raça Rabo Largo, não gestantes, clinicamente saudáveis, avaliadas durante dez dias, com seis mensurações diárias (01, 05, 09, 13, 17 e 21h) distribuídas ao longo de 24 horas. Foram analisados parâmetros fisiológicos como frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), escore de ofegação (EO) temperatura retal, vaginal e superficial, esta última obtida por termografia infravermelha. Os resultados demonstraram que, com o aumento da radiação solar ao longo do dia, as ovelhas intensificaram seus mecanismos termorregulatórios (termólise) para compensar o ganho de calor e manter a homeostase, evidenciado pelo aumento da FR, FC e EO. Em contrapartida, à medida que a radiação solar diminuiu, houve redução desses mecanismos, com maior utilização dos processos de troca de calor sensível para dissipação do calor acumulado durante o período diurno. A temperatura retal (TR) e vaginal (TV) acompanharam as variações da temperatura ambiente evidenciando a eficiência dos mecanismos termorregulatórios das ovelhas. A termografia infravermelha demonstrou ser uma ferramenta eficiente para monitorar o ganho e a perda da radiação no animal ao longo de 24 horas, permitindo identificar as variações de temperatura superficial nas regiões analisadas. Desse modo, concluiu-se que a exposição à radiação solar promoveu uma variação ao longo do dia nos parâmetros fisiológicos, principalmente no horário mais quente (13h). Porém, as ovelhas mantiveram seus parâmetros de temperatura retal dentro dos padrões toleráveis, demonstrando uma boa adaptação ao ambiente.

Palavras-chaves: termografia infravermelha; termorregulação; estresse térmico, temperatura superficial, ITU..

ABSTRACT

Sheep farming in Northeastern Brazil primarily utilizes extensive or semi-intensive systems, exposing animals to challenging climatic conditions that can affect their welfare and productive performance. This study aimed to evaluate the circadian rhythm of physiological parameters in Rabo Largo ewes exposed to solar radiation during the dry season in Northeastern Brazil. Eight clinically healthy, non-pregnant Rabo Largo ewes were monitored over ten days, with measurements taken six times daily (at 01:00, 05:00, 09:00, 13:00, 17:00, and 21:00) across a 24-hour cycle. Physiological parameters analyzed included respiratory rate (RR), heart rate (HR), panting score (PS), and rectal, vaginal, and surface temperatures—the latter obtained via infrared thermography. Results showed that as solar radiation increased throughout the day, the ewes intensified their thermoregulatory mechanisms (thermolysis) to offset heat gain and maintain homeostasis, evidenced by increases in RR, HR, and PS. Conversely, as solar radiation decreased, these mechanisms subsided, with a greater reliance on sensible heat exchange processes to dissipate heat accumulated during the day. Rectal (RT) and vaginal (VT) temperatures tracked ambient temperature fluctuations, demonstrating the efficiency of the ewes' thermoregulatory mechanisms. Infrared thermography proved to be an effective tool for monitoring radiation-related heat gain and loss in the animals over a 24-hour period, enabling the identification of surface temperature variations in the regions analyzed. Thus, it was concluded that exposure to solar radiation caused diurnal variations in physiological parameters, particularly during the hottest part of the day (13:00). However, the sheep maintained their rectal temperature parameters within tolerable limits, demonstrating good adaptation to the environment.

Keywords: infrared thermography; thermoregulation. heat stress, superficial temperature, THI.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Imagens termográficas das regiões da cabeça (A e B) e tronco (C) de ovelhas Rabo Largo evidenciando as regiões analisadas de cada região.....	16
FIGURA 2 -	Imagens termográficas da frente de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.....	26
FIGURA 3 -	Imagens termográficas lateral de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.....	27
FIGURA 4 -	Imagens termográficas do tronco de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.....	28
FIGURA 5 -	Matriz de correlação de Pearson das variáveis fisiológicas e ambientais.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Médias dos parâmetros ambientais da temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura e umidade do ar (ITU) ao longo de 24 horas.....	18
TABELA 2 - Respostas fisiológicas de ovinos Rabo Largo submetidos às variações ambientais ao longo do ciclo circadiano de 24 horas.....	20
TABELA 3 - Média das temperaturas superficiais da cabeça e tronco de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - Proporção de ovelhas Rabo Largo apresentando diferentes níveis de estresse de acordo com sua frequência respiratória, ao longo de 24 horas..... 22
- GRÁFICO 2- Análise de componentes principais (PCA) das variáveis fisiológicas de ovelhas da raça Rabo Largo. 31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
ARCO	Associação Brasileira de Criadores de Ovinos
T	Temperatura do ar
UR	Umidade relativa do ar
ITU	Índice de temperatura e umidade
FR	Frequência respiratória
FC	Frequência cardíaca
EO	Escore de ofegação
TR	Temperatura retal
TV	Temperatura vaginal
FT	Fronte
NR/NZ	Narina
OR	Orelha
OL	Olho
FL	Fossa Lacrimal
CT	Costelas
LCI	Linha Cernelha-Ílio
OF	Ofegação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1	Declaração de Ética.....	14
2.2	Local e animais.....	14
2.3	Parâmetros fisiológicos.....	14
2.4	Parâmetros Ambientais.....	16
2.5	Análise Estatística.....	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura está presente em quase todos os continentes, sendo uma atividade de grande importância tanto para a subsistência como também para a exploração econômica, levando em consideração a alta adaptação desses animais nos mais diversos domínios morfoclimáticos ao redor do mundo (Viana, 2008). Atualmente, os maiores rebanhos de ovinos se concentram na Ásia, África e Oceania, tendo a China como o maior produtor mundial de carne ovina, seguido pela Austrália e Nova Zelândia como produtores de carne e lã (FAOSTAT, 2024).

No Brasil, a ovinocultura é uma atividade pecuária produtiva que apresenta uma ampla distribuição no território nacional, gerando renda através da produção de carne, pele, lã e leite, sendo esses últimos, uma atividade mais forte na região sul do país. O Brasil contém registrado 21,8 milhões de cabeças de ovinos, sendo o estado da Bahia o maior produtor com 5,1 milhões e o estado do Ceará o quarto, com 2,6 milhões, com a produção de ambos voltada para a produção de carne (IBGE, 2024).

No Nordeste, a criação de ovinos ocorre predominantemente em sistemas extensivos ou semi-intensivos, sendo em grande parte, direcionada à produção de carne para subsistência. Nesse contexto, há a preferência para raças deslanadas como Santa Inês, Morada Nova, Dorper e Somalis, por conta da sua maior rusticidade e adaptabilidade comprovada ao clima da região, uma vez que raças exóticas possuem maiores limitações adaptativas e reprodutivas em regiões de climas tropicais (Villela, 2021).

Em relação às raças ovinas criadas no Nordeste, existe uma que possui poucos exemplares na região, a raça Rabo Largo (Anexo A), considerada uma raça em extinção, que apresenta uma boa produtividade e prolificidade, sendo considerada rústica e bem adaptada ao clima (Carvalho *et al.*, 2024). De acordo com a ARCO (2023) a raça Rabo Largo é caracterizada por animais de porte médio com aptidão tanto para carne como para pele. São animais deslanados ou com pouca lã, com pelos curtos ou médios, aspados ou mochos, com cauda de base larga com uma espessa camada de gordura e a ponta de lança. Possuem cabeça curta com um perfil retilíneo, com mucosas claras ou escuras, orelhas pequenas em forma cônica, um pescoço forte bem inserido ao tronco, com um dorso reto e uma garupa com uma boa camada de gordura subcutânea. A pelagem varia do vermelho ao branco, incluindo suas diferentes combinações, com machos e fêmeas adultos pesando de 50 kg e 40 kg respectivamente.

O ciclo ou ritmo circadiano consiste em um relógio biológico de aproximadamente 24 horas, que regula processos importantes do organismo como: a produção de hormônios, a atividade metabólica, a imunidade, o ciclo do sono e também a temperatura corporal. Esse ciclo é influenciado pela luminosidade captada pelo animal, em que atua como um sincronizador ajustando esses processos (Zhang *et al.*, 2016). O estudo da variação da temperatura corporal em relação ao ritmo circadiano, é essencial para ajudar a compreender melhor a manutenção homeostática de animais homeotérmicos em relação ao ambiente, sendo uma importante ferramenta para a avaliação do bem estar animal (Arrigo *et al.*, 2024).

Os ovinos são animais homeotérmicos, porém, fatores como idade, estado fisiológico, e a raça em relação ao ambiente em que estão inseridos, podem alterar esse estado de equilíbrio (Marcias-Cruz *et al.*, 2018). Nesse contexto, o clima da região Nordeste, caracterizado por altas temperaturas, intensa radiação solar e com uma umidade relativa do ar variando em relação a proximidade do litoral, pode comprometer o bem estar e o desempenho produtivo desses animais. À vista disso, avaliações dos parâmetros fisiológicos dos animais ao longo do dia, considerando o ciclo circadiano, se tornam necessárias, já que o ambiente é um fator importante no crescimento, desenvolvimento e na produtividade desses animais (McManus *et al.*, 2020).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o ciclo circadiano dos parâmetros fisiológicos de ovelhas Rabo Largo, expostas à radiação solar durante o período seco no Nordeste brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Declaração de Ética

O experimento foi previamente aprovado e conduzido em conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção em Pesquisa Animal (CEUAP) da Universidade Federal do Ceará sob protocolo nº 0710202201.

2.2 Local e animais

O estudo foi conduzido no Setor de ovinocaprinocultura da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE (3°43'06" S; 38°32'36" O), durante o período seco, nos meses de outubro e novembro de 2025. A região apresenta um clima tropical quente semiúmido (Aw; Köppen, 1948) com estação seca de julho a dezembro, apresentando ainda baixa variação da temperatura ao longo do ano, com valores elevados de temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e velocidade do vento (m/s) (Santos *et al.*, 2019).

Foram utilizadas oito ovelhas da raça Rabo Largo previamente vacinadas e vermifugadas, não gestantes, clinicamente saudáveis, com peso médio de 34,7 kg, 3,3 anos de idade e escore de condição corporal de 3,5. Os animais foram mantidos em baia coletiva (90,6 m²) com 81,4 m² sob sol e 9,2 m² sob a sombra dispondo de bebedouro, comedouro e saleiro. A dieta dos animais foi composta por Capim Elefante e ração concentrada formulada para atender as exigências nutricionais de acordo com o NRC (2007), sendo fornecida duas vezes ao dia, às 10:00 e às 14:00 h, com acesso ad libitum à água e ao sal mineral durante todo o período experimental.

2.3 Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos e térmicos dos animais foram mensurados a cada quatro horas, ao longo das 24 horas (01, 05, 09, 13, 17 e 21h), com duração aproximada de 30 min à cada horário, resultando em dez dias de coletas. Durante a coleta, os animais foram posicionados em um espaço de 1,0 m de distância entre si, a fim de possibilitar a mensuração da frequência cardíaca, frequência respiratória, escore de ofegação, temperatura retal e

vaginal. Para a obtenção das temperaturas superficiais, os animais foram direcionados ao centro da baía, garantindo exposição uniforme à radiação solar, especialmente nos horários de 09 e 13h.

A frequência cardíaca (FC) foi feita por auscultação, com auxílio do estetoscópio (Rappaport Premium), realizada no lado esquerdo do animal na região do tórax, entre a terceira e a quarta costela, no quarto espaço, por um período de 15 segundos, sendo o valor obtido posteriormente multiplicado por quatro para determinação do número de batimentos por minuto (bpm). A frequência respiratória (FR) foi determinada por observação visual dos movimentos do flanco na região do abdômen, também durante 15 segundos, com posterior multiplicação por quatro para obtenção do valor em movimentos por minuto (mov/min).

Ademais, a partir da adaptação da classificação de Silanikove (2000), classificou-se o grau de estresse conforme a frequência respiratória observada, em que:

- Ausência de estresse: < 40 mov/min;
- Estresse térmico leve: 40-60 mov/min;
- Estresse médio-alto: 61-80 mov/min;
- Estresse alto: 81-120 mov/min;
- Estresse alto-severo: 121-150 mov/min;
- Estresse severo: >150 mov/min.

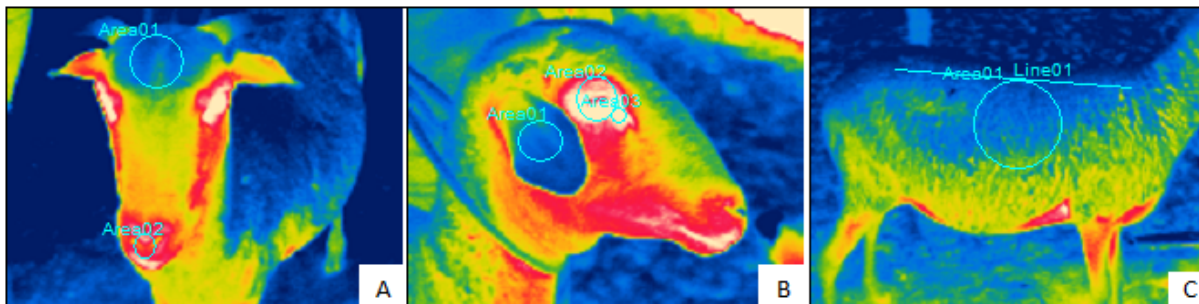
O escore de ofegação (EO) foi avaliado por observação direta, adaptado de Mader, Davis e Brown-Brandl (2006) em que:

- 0 = Respiração normal.
- 1 = Respiração elevada.
- 1,5 = Respiração ofegante com boca aberta.
- 2 = Respiração ofegante com boca aberta e pequena quantidade de saliva.
- 3 = Respiração ofegante pesada com a boca aberta e com presença de saliva.
- 4 = Respiração ofegante intensa com a boca aberta, acompanhada de protrusão da língua e salivação excessiva, geralmente com o pescoço estendido para a frente.

A temperatura retal (TR) e a temperatura vaginal (TV) foram aferidas com o auxílio de dois termômetros digitais sendo inseridos a 5 cm no reto e canal vaginal. A temperatura superficial (TS) foi obtida por meio de imagens termográficas, capturadas com câmera termográfica (Hottec®, modelo HT31), nas regiões da cabeça (frontal e lateral) e do tronco a uma distância de 0,50 m e 1,0 m, com uma emissividade de ($\epsilon = 0,96$). As imagens coletadas foram analisadas no software Infrared Reporter® obtendo-se as temperaturas da fronte, narinas, orelha direita, olho direito, fossa lacrimal direita e costelas direitas por meio

da ferramenta área circular, e da cernelha ao ílio utilizando a ferramentas linha, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1. Imagens termográficas das regiões da cabeça (A e B) e tronco (C) de ovelhas Rabo Largo evidenciando as regiões analisadas de cada região.



Fonte: Autora, 2026.

2.4 Parâmetros Ambientais

Os dados referentes aos parâmetros ambientais - temperatura do ar (T; °C) e umidade relativa do ar (UR; %) - foram obtidos a partir da média dos registros de um datalogger ao sol, há 1,10m do solo, alocado no local do experimento, com registro de cinco em cinco minutos. Ademais, o índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado a partir dos dados obtidos, de acordo com Thom (1959):

$$ITU = 0,8 \times T (UR / 100) \times (T - 14,4) + 46,4$$

Em que:

T : Temperatura do ar (°C)

UR : Umidade relativa do ar (%)

Ademais, a partir da classificação de Silanikove (2000) classificou-se o grau de estresse térmico conforme o valor do índice de temperatura e umidade (ITU) observado, em que caracteriza situação de conforto térmico (< 70); estresse (75 a 78); extremo sofrimento (> 78).

2.5 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 4.5.2), com o nível de significância de 5%. Para avaliar o efeito do horário sobre as variáveis fisiológicas, ajustou-se modelos lineares mistos (lme4, lmerTest), considerando o horário como efeito fixo e o animal como efeito aleatório para controlar as medidas repetidas. A significância foi

testada pelo método de Satterthwaite. As comparações entre horários foram feitas pelo teste de Tukey (pacote agricolae), e as médias foram representadas com letras minúsculas para indicar diferenças significativas ($p < 0,05$).

Já as correlações de Pearson foram obtidas através do pacote corrplot. Além disso, realizou-se uma análise de componentes principais (PCA) com os dados fisiológicos padronizados (pacote factoextra), utilizando gráficos de variância explicada e biplots com elipses de 95% para visualizar a separação entre os horários.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a média dos dados meteorológicos obtidos mostrados na Tabela 1, observou-se que a medida em que a temperatura do ambiente se elevou, a umidade relativa do ar reduziu proporcionalmente. Durante o experimento, o pico de maior temperatura ocorreu às 13h, apresentando uma TA, UR e ITU de 39,5 °C, 46,9% e 88,9 respectivamente, indicando condições de maior estresse térmico. Em contrapartida, o horário com a temperatura mais amena foi às 05h, apresentando uma TA, UR e ITU de 26,0 °C, 80,7% e 76,6, refletindo um ambiente termicamente mais confortável.

Tabela 1. Variáveis ambientais da temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura e umidade do ar (ITU) ao longo de 24 horas.

Horário	Temperatura Ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Índice Temperatura Umidade
01:00 h	26,5 d	80,3 a	77,3 de
05:00 h	26,0 d	80,7 a	76,6 e
09:00 h	34,5 b	57,5 c	84,9 b
13:00 h	39,5 a	46,9 d	88,9 a
17:00 h	28,9 c	70,1 b	79,6 c
21:00 h	27,3 d	79,1 a	78,4 cd

Fonte: Autora, 2026.

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

Quando expostos à altas temperaturas ambientais, os ovinos ativam mecanismos termorregulatórios como forma de adaptação ao ambiente na qual está inserido, resultando no aumento da frequência respiratória e cardíaca (McManus *et al.*, 2020). Porém, fatores como a temperatura, umidade relativa e a velocidade do vento, influenciam diretamente na termorregulação dos animais de produção, sendo o índice de temperatura e umidade um dos indicadores mais utilizados para avaliar o estresse térmico.

O Índice de temperatura e umidade (ITU) é uma integração entre a temperatura ambiente e a umidade relativa do local que permite avaliar as condições de estresse térmico

no rebanho a partir de um valor (Wojtas, Cwynar e Kołacz, 2014). De acordo com Hahn (1982) para os animais domésticos em geral, um valor de ITU igual ou inferior a 70 indica condição normal, não estressante; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83, indica perigo; e acima de 83 constitui emergência. Já para Silanikove (2000), valores de ITU igual ou inferior a 70 apresenta uma condição de conforto térmico, de 75 a 78 uma condição estressante e acima de 78 uma condição de extremo sofrimento, fazendo com que os animais tenham dificuldade para manter sua homeotermia.

Porém, não se é recomendável tratar esse valor como absoluto para determinar uma condição de estresse, uma vez que outros fatores como a radiação solar e a velocidade do ar no local também influenciam no conforto do animal (Wojtas, Cwynar e Kołacz, 2014). De acordo com Santos *et al* (2019), os meses de agosto a dezembro apresentam as maiores velocidades de vento na região, fato esse que pode explicar o porquê mesmo com valores de ITU acima do ideal indicados por Hahn e Silanikove, os animais não apresentavam sinais de estresse térmico nos horários mais amenos.

Em relação aos parâmetros fisiológicos das ovelhas Rabo Largo, apresentados na Tabela 2, notou-se que, ao longo de um ciclo de 24 horas, houveram variações relacionadas com o ganho e perda de calor. Observou-se que os parâmetros fisiológicos/mecanismos de termorregulação dos ovinos seguiram de acordo com as variações ambientais do local, apresentando uma elevação às 13h e um declínio às 05h. Entre esses horários, considerando um intervalo de 16 h, verificou-se uma redução na frequência respiratória (FR) de 107,8 rpm (139,6 vs 31,8), na frequência cardíaca (FC) de 25,8 bpm (104,6 vs 78,8), no escore de ofegação (EO) 1,4 pontos (1,4 vs 0), na temperatura retal (TR) de 0,8 °C (39,3 vs 38,5 °C) e na temperatura vaginal (TV) de 0,7 °C (39,4 vs 38,7 °C). Esses resultados apontam que, após o pico de estresse térmico observado no período diurno (intervalo de 8h), os animais foram capazes de dissipar gradualmente esse calor recebido tanto pela radiação do sol como do ambiente, voltando a valores mais baixos durante o período noturno.

Tabela 2. Respostas fisiológicas de ovinos Rabo Largo submetidos às variações ambientais ao longo do ciclo circadiano de 24 horas.

Horário	Frequência respiratória (mov/min)	Frequência cardíaca (bpm)	Escore de ofegação (0-5)	Temperatura retal (°C)	Temperatura vaginal (°C)
01:00 h	33,0 d	83,7 cd	0,0 c	38,6 cd	38,8 cd
05:00 h	31,8 d	78,8 d	0,0 c	38,5 d	38,7 d
09:00 h	92,6 b	81,3 d	0,4 b	38,7 c	38,8 cd
13:00 h	139,6 a	104,6 a	1,4 a	39,3 a	39,4 a
17:00 h	54,4 c	90,6 b	0,0 c	38,9 b	39,1 b
21:00 h	34,2 d	88,1 bc	0,0 c	38,7 c	38,9 c

Fonte: Autora, 2026.

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

A análise conjunta das tabelas 1 e 2 mostra a relação direta entre as variações ambientais do local e a ativação dos mecanismos de termorregulação dos ovinos ao decorrer de 24 horas. Observou-se que, em a medida que a temperatura do ar aumentava e a umidade relativa do ar reduzia durante o período diurno (5 - 13h), houve o aumento progressivo das respostas fisiológicas, evidenciando as tentativas do organismo em manter sua homeotermia.

Durante o período noturno e o início da manhã (01 e 05h) às condições ambientais foram mais amenas, apresentando uma temperatura ambiente de 26,5 e 26,0°C e umidade relativa do ar de 80,3 e 80,7%, resultando em ITU's de 77,3 e 76,6 respectivamente. Nesse período os animais apresentaram as menores respostas termorregulatórias, com uma baixa frequência respiratória (33,0 e 31,8 mov/min), ausência de ofegação (0), uma frequência cardíaca normal (83,7 e 78,8 bpm) e os menores valores de temperatura retal (38,6 e 38,5°C) e vaginal (38,8 e 38,7) respectivamente. Apesar dos valores de ITU estarem acima do ideal caracterizados por Hahn (1982) e Silanikove (2000), as respostas fisiológicas indicaram que nesses horários os animais não apresentaram estresse térmico.

Com o aumento da radiação solar e da temperatura do ambiente ao longo da manhã, observou-se um aumento nas respostas fisiológicas dos animais. Às 09h, houve um aumento de 8,5°C na temperatura ambiente, e uma redução de 23,1% na umidade relativa do

ar, resultando em um ITU de 84,9. Esse aumento das condições ambientais resultou em uma elevação da frequência respiratória de 31,8 para 92,6 mov/min, da frequência cardíaca de 78,8 para 81,3 bpm e no aparecimento do escore de ofegação (0,4). Porém, mesmo com essa elevação das condições ambientais, a temperatura corporal se manteve relativamente constante, apresentando uma temperatura retal e vaginal de 38,7 e 38,8°C respectivamente, indicando que a ativação dos mecanismos termorregulatório foram eficientes em conseguir dissipar boa parte do calor absorvido.

Como mencionado anteriormente, o horário com o maior valores ambientais ocorreu às 13h, com uma temperatura do ambiente, umidade relativa do ar e ITU de 39,5°C, 46,9% e 88,9 respectivamente, indicando um ambiente crítico. Em resposta a esse ambiente, os animais intensificaram seus mecanismos de termorregulação resultando nos maiores valores de frequência respiratória (139,6 mov/min), frequência cardíaca (104,6 bpm) e do escore de ofegação (1,4). Mesmo com a intensificação dos mecanismos de termorregulação, houve um aumento da temperatura corporal, apresentando uma temperatura retal de 39,3°C e vaginal de 39,4°C, porém, mesmo assim os ovinos conseguiram manter a temperatura corporal dentro de seus limites fisiológicos. Às 13 horas, 78,8% das observações evidenciaram aumento de pelo menos 0,5 °C em relação ao momento anterior (09h), de modo que destas, 17,4% aumentaram pelo menos 1,0 °C.

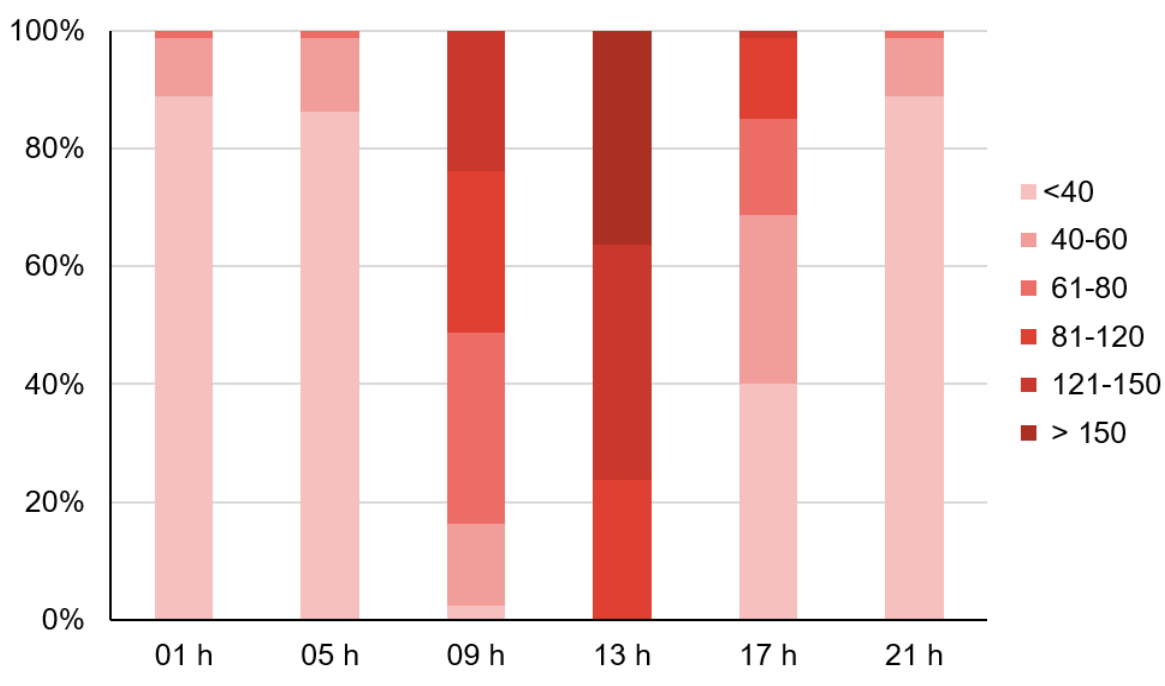
Com a redução da temperatura do ambiente (28,9°C) e o aumento da umidade relativa do ar (70,0%) às 17 horas, foi observada uma redução da frequência respiratória (54,4 mov/min) e uma ausência de ofegação (0). Porém a frequência cardíaca continuou um pouco elevada, diminuindo apenas 14,0 bpm. Da mesma forma, as temperaturas retal e vaginal reduziram apenas 0,4 e 0,3 °C respectivamente, indicando que os animais estavam dissipando de forma gradual o calor acumulado durante o dia.

Às 21h, sob as condições ambientais mais amenas, caracterizadas por temperatura do ar de 27,3°C e uma umidade relativa do ar de 79,1%, observou-se a diminuição dos mecanismos de regulação como a frequência respiratória (34,2 mov/min) e a frequência cardíaca (88,1 bpm). Observou-se também a redução das temperaturas retal e vaginal (38,7 e 38,9 °C) a valores menores, evidenciando a recuperação gradual da homeostase desses animais.

A partir da classificação de Silanikove (2000), adaptada, foi possível observar a influência das condições climáticas sobre a dinâmica da frequência respiratória, evidenciando o desconforto ambiental (Gráfico 1). Nos horários de menor desconforto térmico (01h, 05h e 21h), grande parte das ovelhas encontravam-se sob ausência de estresse. Contudo, a partir das

09h, foi observado que 33% das ovelhas se encontravam em situação de estresse médio-alto (33%), alto (28%) e alto-severo (24%), evidenciando a progressiva ativação de mecanismos de dissipação do calor, culminando no percentual de 40% de ovelhas em situação de estresse alto-severo e 36% em estresse severo (> 150 mov/min) às 13h. De tal modo que, às 17h, grande parte das fêmeas estão em situação de ausência de estresse (40%) e estresse leve (29%).

Gráfico 1. Proporção de ovelhas Rabo Largo apresentando diferentes níveis de estresse de acordo com sua frequência respiratória, ao longo de 24 horas.



Fonte: Autora, 2026.

(Classificação de Silanikove (2000) adaptado: ausência de estresse: < 40 mov/min; estresse térmico leve: 40-60 mov/min; estresse médio-alto: 61-80 mov/min; estresse alto: 81-120 mov/min; estresse alto-severo: 121-150 mov/min; estresse severo: >150 mov/min.)

Embora os ovinos consigam se adaptar a locais com condições ambientais desafiadoras, a sua exposição prolongada a altas temperaturas sem estratégias para mitigar o estresse térmico provocado, podem prejudicar o seu desempenho produtivo e sua saúde (Bokharaeian, Toghdory e Ghoorchi, 2024).

Quando expostos a temperaturas ambientais elevadas, que ultrapassam os limites de sua zona de conforto, os animais homeotérmicos tendem a acionar mecanismos fisiológicos como o aumento da FR, FC e o EO a fim de dissipar o calor acumulado durante o dia. A zona de conforto térmico consiste na faixa de temperatura em que o animal se encontra

em equilíbrio com o ambiente, em que é específica para cada espécie, podendo variar com a idade, raça e o estado fisiológico do animal (Baêta e Souza, 2010; Marcias-Cruz *et al.*, 2018).

A análise da frequência respiratória em conjunto com a frequência cardíaca e o escore de ofegação tendem a ser bons indicadores de estresse térmico, uma vez que quando as temperaturas ambientais aumentam, esses parâmetros se elevam para tentar diminuir o superaquecimento interno dos animais (Wojtas, Cwynar e Kołacz, 2014).

Sob altas temperaturas, a dissipação de calor nos ovinos pode ocorrer por duas formas, a forma sensível (condução, convecção e radiação) que depende do gradiente de temperatura entre o ambiente e o animal, ou a forma latente (evaporação respiratória ou cutânea) que depende da saturação da umidade do ar no ambiente (Baêta e Souza, 2010). Entretanto, em situações de estresse térmico, em que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura corporal, as trocas de calor sensível cessam, e a evaporação respiratória atua como o principal meio de dissipação de calor, uma vez que a presença da lã em algumas raças de ovinos impede a evaporação cutânea, dificultando a dissipação de calor por sudorese (Marai *et al.*, 2007; Wojtas, Cwynar e Kołacz, 2014).

Nesse contexto, a frequência cardíaca também desempenha um papel fundamental na avaliação da resposta termorregulatória do animal, uma vez que está relacionada aos mecanismos de trocas de calor sensível para o ambiente. Em altas temperaturas, o organismo realiza a vasodilatação periférica, fazendo com que haja um maior direcionamento do sangue do interior do corpo para a pele e as regiões periféricas, a fim de se realizar trocas de calor por meio de convecção e radiação, reduzindo a temperatura corporal interna. Durante esse processo, a frequência cardíaca tende a aumentar, indicando a ativação dos mecanismos de termorregulação para dissipar o calor (Wojtas, Cwynar e Kołacz, 2014).

Durante um estudo com 144 ovinos da raça Merino na Universidade de Queensland - Austrália, Lees *et al.* (2019) observaram uma relação direta entre o aumento da FR e a elevação do EO. Segundo os autores, a elevação da FR acontece como um mecanismo compensatório para favorecer a perda de calor por evaporação respiratória, sendo acompanhada pelo aumento do comportamento de ofegação à medida que a temperatura do ambiente se eleva. Esse comportamento foi semelhante ao observado no presente estudo com ovinos Rabo Largo, em que os maiores valores de EO ocorreram em conjunto com os maiores valores de FR durante o período de 13h.

A avaliação da temperatura retal e vaginal é considerada um bom indicador fisiológico para avaliar a adaptabilidade do animal ao local a qual ele está inserido, uma vez que representam diretamente a temperatura interna do animal, indicando seu grau de

conforto/desconforto (Kaushik *et al.* 2023). Os mecanismos termorregulatórios como a frequência respiratória e cardíaca tendem a evitar que haja a elevação da temperatura retal, por meio das trocas de calor, regulando a temperatura corporal. Porém, quando esses mecanismos se tornam insuficientes para dissipar o calor produzido/absorvido ocorre a elevação tanto da temperatura vaginal como da temperatura retal, indicando uma condição de estresse térmico por calor (Kumar *et al.* 2025; Kaushik *et al.* 2023).

Durante o presente experimento, pode-se observar que a temperatura retal e vaginal das ovelhas sofreram alterações ao decorrer de 24h, registrando seu menor valor às 5h (38,5 e 38,7 °C respectivamente) e seu maior valor às 13h (39,3 e 39,4 °C respectivamente). Porém, mesmo com o ambiente desafiador, as ovelhas demonstraram uma boa capacidade de adaptação ao ambiente, conseguindo dissipar esse calor ao decorrer do dia, mantendo a temperatura retal dentro dos padrões toleráveis de 38,3 a 39,9 °C.

Em relação às imagens termográficas apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, obtidas ao decorrer de 24 horas, observou-se que houve variação nas temperaturas superficiais obtidas ao longo do dia, com alterações nas intensidades de cores mostrando diferentes faixas de temperatura. Durante o período diurno observou-se que, nas regiões analisadas, os animais absorveram uma elevada carga térmica proveniente da radiação solar e do ambiente principalmente às 13h (Tabela 3), o que corroborou para com o aumento dos seus mecanismos fisiológicos termorregulatórios mostrados anteriormente para dissipar esse calor. Em contrapartida, no final do período vespertino e no período noturno, observou-se a perda desse calor absorvido para o ambiente gradualmente, principalmente nos locais com ausência de lã, por meio de trocas de calor sensível (radiação e convecção).

Tabela 3. Média das temperaturas superficiais da região da cabeça e do tronco de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas.

Horário	Fronte	Narina	Orelha	Olho	Fossa lacrimal	Costela	Cenelha-Ílio
01:00 h	28,9 b	32,3 c	30,3 c	35,8 cd	36,4 c	28,5 c	27,8 c
05:00 h	28,7 b	32,0 c	30,0 c	35,7 cd	36,2 c	28,5 c	27,4 c
09:00 h	49,9 a	37,9 a	39,2 b	38,8 b	39,8 b	51,3 b	53,3 b
13:00 h	50,7 a	38,2 a	42,5 a	40,3 a	40,8 a	53,8 a	55,9 a
17:00 h	29,7 b	33,6 b	30,5 c	36,1 c	36,6 c	29,6 c	28,8 c
21:00 h	28,9 b	32,4 c	29,6 c	35,4 d	36,2 c	28,7 c	28,0 c

Fonte: Autora, 2026.

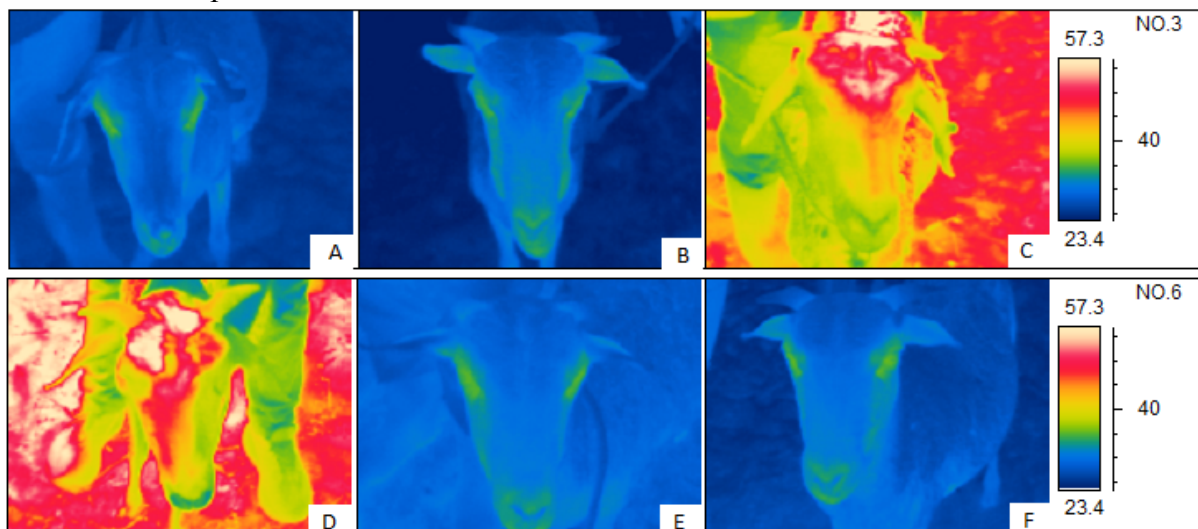
Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna indicam diferença estatística ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey

Ao analisar a tabela 3 em conjuntos com as figuras 2, 3 e 4, observou-se que as variações nas temperaturas superficiais das diferentes regiões analisadas, acompanharam as alterações das mudanças ambientais ao longo do dia, com os maiores valores registrados às 13h e os menores valores às 05h. A termografia infravermelha permitiu visualizar essas variações por meio da alteração na intensidade das cores, mostrando as regiões com maior acúmulo ou dissipação de calor de acordo com o período analisado.

Durante o período noturno e no início da manhã (21, 01 e 05h) registrou-se as menores temperaturas superficiais da frente (FT) (28,9, 28,9 e 28,7 °C) e da narina (NR) (32,4, 32,3 e 32,0 °C), conforme apresentado na tabela 3, e evidenciadas pela coloração de tons azulados na figura 2 (F, A e B). Com o aumento da incidência solar ao decorrer do dia, observou-se a elevação da temperatura da frente e da narina por meio da alteração e da intensidades das cores nas figuras C e D (09 e 13h, respectivamente), oriunda da radiação solar direta recebida, apresentando uma temperatura de frente de 49,9 e 50,7 °C e de narina de 37,9 e 38,2 °C. Após quatro horas (17h), com a diminuição da radiação solar, observou-se a redução na temperatura da frente (29,7 °C) e da narina (33,6 °C), podendo ser observado pelas tonalidades azuis na figura E. Pôde-se observar também que a região das narinas apresentou uma coloração esverdeada, evidenciando as trocas de calor com o ambiente nas figuras A, B,

E e F, enquanto nas figuras C e D, evidencia-se a coloração avermelhada da fronte, o local em que mais recebeu radiação solar.

Figura 2. Imagens termográficas da fronte de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.



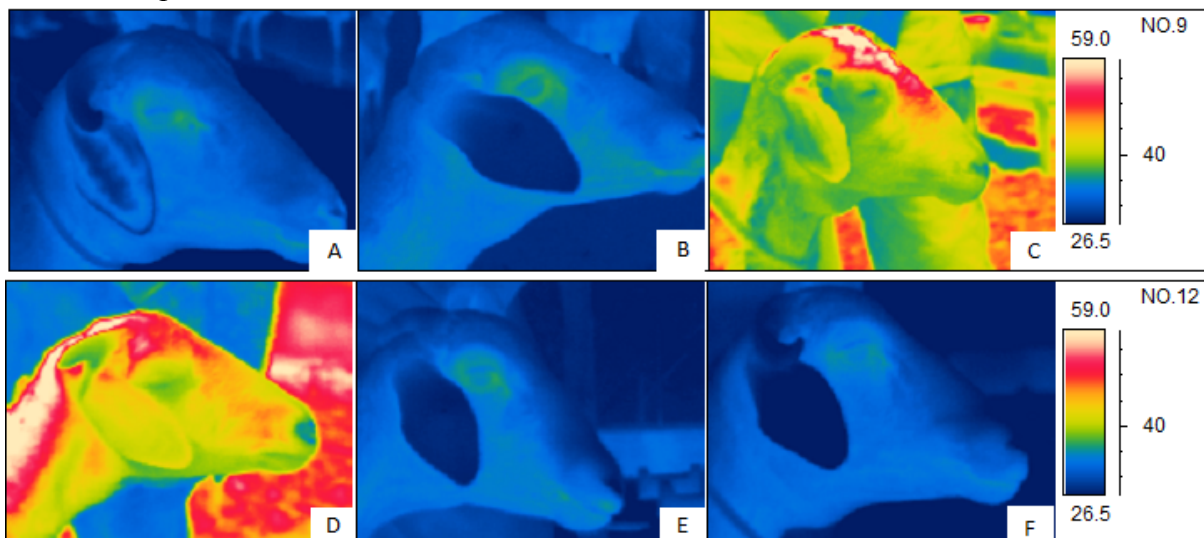
Fonte: Autora, 2026.

Para as temperaturas superficiais das regiões da orelha (OR) e fossa lacrimal (FL), os horários de 17, 21, 01 e 05h, apresentaram temperaturas semelhantes mais amena, como demonstrado na figura 3 (A, B, E e F), com a região da orelha revelando temperaturas de 30,5, 29,6, 30,3 e 30,0 °C respectivamente, e a região da fossa lacrimal com 36,6, 36,2, 36,4 e 36,2 °C. Já a região dos olhos (OL) apresentou diferenças estatísticas entre os horários mais amenos, apresentando um valor de 36,1, 35,4, 35,8 e 35,7 °C.

Com o aumento da temperatura ambiente ao longo do dia, às 09h (Figura 3, C), ocorreu elevação das temperaturas superficiais das regiões da orelha, olho e fossa lacrimal respectivamente, apresentando valores de 39,2, 38,8 e 39,8 °C, com um aumento de 9,2, 3,1 e 3,6 °C em relação ao horário anterior (05h). Às 13h, caracterizado como o horário mais crítico, as temperaturas superficiais (Figura 3, D) da orelha (42,5 °C), olho (40,3 °C) e fossa lacrimal (40,8 °C) tiveram os valores mais altos registrados, com um ganho de 12,5, 4,6 e 4,6 °C respectivamente, em relação ao horário de 05h.

Entre as regiões avaliadas, a região da orelha apresentou a maior amplitude de variação térmica ao longo do dia. Essa maior alteração, está associada a sua elevada vascularização periférica, que permite uma maior capacidade de troca de calor com o ambiente por radiação e convecção, podendo atuar como uma importante área de avaliação da resposta termorregulatória.

Figura 3. Imagens termográficas lateral de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.

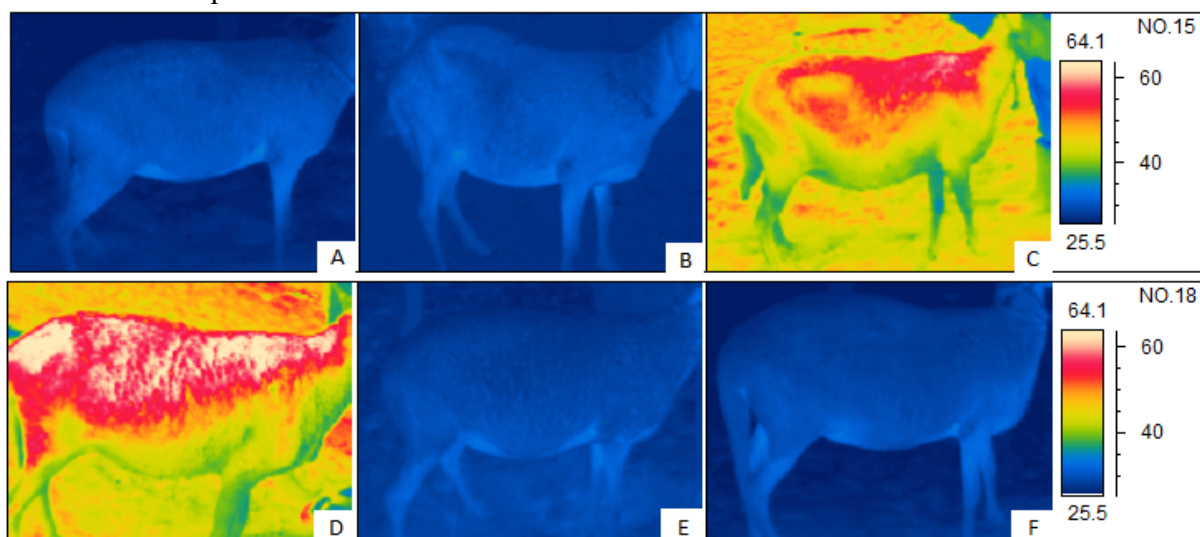


Fonte: Autora, 2026.

Para a região do tronco (Figura 4), durante os horários de menor temperatura ambiental (17, 21, 01 e 05h), foram observados os menores valores de temperatura superficial nas regiões das costelas (CT) e da linha cernelha-ílio (LCI), sendo menor às 05h (28,5 e 27,4 °C, respectivamente). Às 09h, com o aumento da temperatura do ambiente e da incidência solar, observou-se uma elevação de temperatura nas costelas (51,3 °C) e na linha cernelha-ílio (53,3 °C) evidenciada na figura 4 (C) pela coloração avermelhada na área das costelas e pela linha cernelha-ílio, com um acréscimo de 22,8 e 25,9 °C respectivamente, em relação ao horário anterior (05h). Após quatro horas (13h), às temperaturas superficiais das regiões analisadas também registraram os maiores valores, com a região das costelas apresentando 53,8 °C e a linha cernelha-ílio 55,9 °C, evidenciada pela coloração avermelhada mais intensa e o aparecimento da cor branca, como mostra na figura 4 (D).

Observou-se que, o aumento elevado da temperatura nas regiões do tronco está diretamente relacionada à exposição direta à radiação solar, que promoveu o aquecimento da superfície corporal desses animais ao longo do dia. Diferentemente das regiões periféricas, como as orelhas e extremidades, o tronco possui uma maior área de contato com a radiação solar direta e apresenta uma menor capacidade de dissipação do calor por conta da presença da lã, resultando em maior acúmulo térmico superficial (Mendes *et al.*, 2013).

Figura 4. Imagens termográficas do tronco de ovelhas Rabo Largo ao decorrer de 24 horas e sua faixa de temperatura.



Fonte: Autora, 2026.

Atualmente, o uso da termografia infravermelha tem sido cada vez mais estudada para utilização nas propriedades agropecuárias por ser um método menos invasivo e gerar menos estresses aos animais (Arrigo *et al.*, 2024). A termografia infravermelha é uma técnica que mede a temperatura superficial de um corpo com base nas leis da física da transferência de radiação, em que, os resultados são visualizados por meio de imagens termográficas, representadas em escalas de cinza ou em diferentes gradientes de cores, permitindo a identificação da distribuição da temperatura superficial dos animais e do ambiente (McCafferty *et al.* 2011).

As principais vantagens dessa técnica é ser um método não invasivo para a mensuração da temperatura superficial dos animais, tanto a curta distância quanto a distâncias relativamente maiores, a resolução espacial que permite identificar as variações de temperatura das diferentes regiões do corpo do animal, possibilitando uma avaliação mais completa da sua superfície corporal no ambiente em que ele está inserido, e a identificação de doenças e distúrbios no rebanho (Ibáñez *et al.*, 2023; McCafferty *et al.* 2011).

Entretanto, apesar das vantagens da termografia infravermelha, a temperatura retal ainda permanece como o método padrão mais utilizado na pecuária para avaliação da temperatura corporal dos animais. Isso ocorre por conta do seu baixo custo, à facilidade de aplicação e à ausência da necessidade de equipamentos ou softwares específicos para a interpretação dos resultados. Além disso, a temperatura retal é amplamente aceita por apresentar uma relação consistente com a temperatura central do núcleo do organismo, sendo

considerada um indicador confiável do estado térmico dos animais (Ibáñez *et al.*, 2023; Lees *et al.*, 2018).

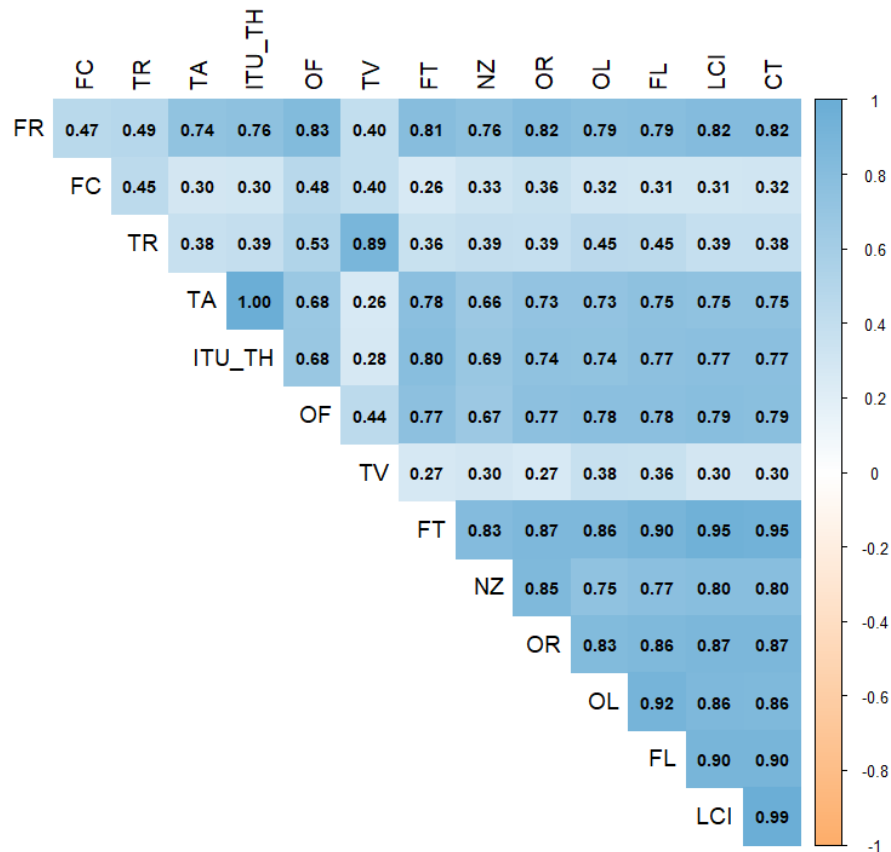
Porém, a termografia mostrou-se uma ferramenta eficiente para o monitoramento das flutuações da temperatura superficial em diferentes regiões corporais dos animais ao decorrer do dia, evidenciando que as áreas com menor presença e/ou ausência de lã foram mais eficientes na perda de calor para o ambiente.

A fim de explorar as relações lineares entre as variáveis fisiológicas e ambientais, foi construída uma matriz de correlação de Pearson (Figura 5). As correlações mais fortes e biologicamente relevantes são descritas a seguir. Foi observada que a temperatura retal (TR) apresentou correlação positiva muito forte com a temperatura vaginal (TV; $r = 0,894$; $p < 0,001$), indicando que a TV pode ser utilizada como preditora confiável da TR. Correlações positivas moderadas a fortes foram verificadas entre TR e FR ($r = 0,489$), TR e FC ($r = 0,447$), e TR e OF ($r = 0,528$), sugerindo que as respostas fisiológicas ao estresse térmico atuam de forma semelhante. As variáveis de superfície corporal e índices de conforto também apresentaram correlações expressivas. A temperatura da fronte (FT) correlacionou-se fortemente com LCI ($r = 0,954$), CT ($r = 0,949$), OL ($r = 0,860$) e OR ($r = 0,870$), indicando que essas medidas refletem aspectos semelhantes da termorregulação periférica. A FR, por sua vez, mostrou correlação positiva forte com OF ($r = 0,833$), OR ($r = 0,817$), OL ($r = 0,787$), FL ($r = 0,790$) e LCI ($r = 0,823$), reforçando a associação entre a resposta respiratória e a distribuição de calor corporal.

Em relação às variáveis ambientais, a TA e o ITU correlacionaram-se positivamente com FR ($r = 0,74$ – $0,76$), TR ($r = 0,38$ – $0,39$) e FT ($r = 0,78$ – $0,80$), enquanto a umidade relativa (UR) apresentou correlações negativas com essas mesmas variáveis ($r = -0,75$ a $-0,78$), como esperado para condições de estresse térmico.

Figura 5. Matriz de correlação de Pearson das variáveis fisiológicas e ambientais.

Matriz de Correlação (azul = positivo, laranja = negativo)



Fonte: Autora, 2026.

A fim de avaliar o padrão de variação conjunta das variáveis fisiológicas e sua relação com os horários de coleta, realizou-se a análise de componentes principais (PCA) com os dados padronizados das variáveis FR, FC, TR, OF, TV, FT, NZ, OR, OL, FL, LCI e CT. Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicaram conjuntamente 83,0% da variância total dos dados, sendo 69,0% atribuídos ao primeiro componente e 14,0% ao segundo. Tais resultados corroboram as análises univariadas e evidenciam a sincronia das respostas fisiológicas ao estresse térmico e a distinção entre os mecanismos de termorregulação aguda e as variáveis de conforto térmico.

O primeiro componente (PC1) apresentou cargas positivas para todas as variáveis, com destaque para LCI (0,329), CT (0,328), FT (0,324), FL (0,324) e OR (0,318), indicando que este eixo representa um gradiente geral de intensidade das respostas fisiológicas. A

projeção dos indivíduos ao longo de PC1 separou claramente os horários de maior estresse térmico (13h) daqueles de menor resposta fisiológica (1h, 5h e 21h), sugerindo que o aumento da temperatura ambiente e do ITU ao longo do dia eleva de forma coordenada todos os parâmetros avaliados.

O segundo componente (PC2) diferenciou dois grupos de variáveis. Cargas negativas foram observadas para TV (-0,618), TR (-0,579), FC (-0,373) e OF (-0,074), enquanto cargas positivas foram verificadas para FT (0,191), LCI (0,164), CT (0,162), OR (0,140) e NZ (0,109). Essa oposição sugere que o PC2 separa variáveis relacionadas à resposta térmica imediata (TV, TR, FC) daquelas associadas a características de conforto e dissipação de calor (FT, LCI, CT, OR, NZ). A disposição dos pontos no biplot mostrou que os horários de estresse (13h) se posicionaram no quadrante de altos valores de PC1 e valores negativos de PC2, enquanto os horários de conforto noturno (1h, 5h, 21h) ocuparam a região oposta.

Gráfico 2. Análise de componentes principais (PCA) das variáveis fisiológicas de ovelhas da raça Rabo Largo.



Fonte: Autora, 2026.

As elipses representam intervalos de confiança de 95% para cada horário. As setas indicam a contribuição (loadings) de cada variável para os componentes.

4 CONCLUSÃO

Diante disso, conclui-se que a exposição à radiação solar durante o período seco promoveu uma variação ao longo do dia nos parâmetros fisiológicos, principalmente no horário mais quente (13h), evidenciando uma resposta ao ambiente desafiador. Porém, as ovelhas da raça Rabo Largo demonstraram uma boa capacidade de adaptação ao ambiente uma vez que manteve seus parâmetros de temperatura retal dentro dos padrões toleráveis aumentando seus mecanismos de termorregulação, como a frequência respiratória, frequência cardíaca e ofegação para dissipação de calor.

Com isso, os resultados reforçam a necessidade de manejos e estruturas adequadas como, a disposição de água limpa e fresca protegida da incidência solar direta, instalações apropriadas que promovam a diminuição da incidência solar durante o período diurno nos animais, como o uso de sombrites pelo pasto, e a realização de manejos em horários mais amenos como o começo da manhã (05 h) ou final da tarde (17h), a fim de reduzir o desconforto térmico, e os problemas fisiológicos que podem ocorrer durante o período seco no Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ARCO. **Origem e situação dos ovinos no Brasil: Raças**. Brasília, DF. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/pre-producao/caracteristicas/racas/origem-e-situacao-dos-ovinos-no-brasil>. Acesso em: 6 de maio 2026.
- ARRIGO, Federica et al. Daily Variation of Body Temperature: An Analysis of Influencing Physiological Conditions. **Applied Sciences**, v. 14, n. 13, p. 5413, 2024.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. (2010). *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV.
- BOKHARAEIAN, Mostafa; TOGH DORY, Abdolhakim; GHORCHI, Taghi. Effects of dietary curcumin nano-micelles on performance, biological responses, and thermal stress resilience in heat-stressed fattening lambs across varying temperature-humidity index conditions: Implications for climate change. **Journal of Thermal Biology**, v. 123, p. 103905, 2024.
- CARVALHO, Fabianno Cavalcante de. et al. Raça Rabo Largo: formação, padrão racial e desempenho zootécnico. **Even3 Publicações**, 2024. Disponível em: <https://static.even3.com/even3publicacoes-assets/book/2024090402435402695racarabolargoformacaopadraoracialedesempenhozootecni.pdf>. Acesso em: 6 de maio 2026.
- FAOSTAT. **ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU)**. 2024. *FAOSTAT – itemCode 976*. Disponível em: <https://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3a976#FAO>. Acesso em: 6 maio 2026.
- HAHN, G. L. Compensatory performance in livestock: influences on environmental criteria. In: **Proc. 2nd Int'l. Lvstk. Environ. Symp.** Am. Soc. Agric. Engrs, 1982. p. 285-294
- IBÁÑEZ, Carla et al. Evaluation of non-contact device to measure body temperature in sheep. **Animals**, v. 14, n. 1, p. 98, 2023.
- IBGE. **Rebanho de Ovinos** (Ovelhas e Carneiros). Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br>. Acesso em: 25 maio 2026.
- KAUSHIK, Rakesh et al. Genetic studies of heat stress regulation in goat during hot climatic condition. **Journal of Thermal Biology**, v. 113, p. 103528, 2023.
- KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.
- KUMAR, Sunil et al. Physiological responses of Munjal sheep to variations in temperature humidity index in subtropical climate. **Tropical Animal Health and Production**, v. 57, n. 3, p. 163, 2025.

LEES, Angela M. et al. Relationship between rectal temperature and vaginal temperature in grazing *Bos taurus* heifers. **Animals**, v. 8, n. 9, p. 156, 2018.

LEES, A. M. et al. A panting score index for sheep. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 7, p. 973-978, 2019.

MACÍAS-CRUZ, U. et al. Thermoregulatory response to outdoor heat stress of hair sheep females at different physiological state. **International journal of biometeorology**, v. 62, n. 12, p. 2151-2160, 2018.

MADER, Terry L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, Tami. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of animal science**, v.84, n. 3, 2006.

MARAI, I. F. M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. **Small ruminant research**, v. 71, n. 1-3, p. 1-12, 2007.

MCCAFFERTY, D. J. et al. Estimating metabolic heat loss in birds and mammals by combining infrared thermography with biophysical modelling. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 158, n. 3, p. 337-345, 2011.

MCMANUS, Concepta M. et al. Heat stress effects on sheep: Are hair sheep more heat resistant?. **Theriogenology**, v. 155, p. 157-167, 2020.

MENDES, Luiz Claudio N. et al. Effect of shearing on the skin temperature and other clinical parameters in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, p. 817-825, 2013.

NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington, D.C.: National Academies Press, 2007.

SANTOS, Lucélia dos. et al. CLIMA E PLANEJAMENTO: ANÁLISE DA NORMAL CLIMATOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA E SUA IMPORTÂNCIA. **CONIMAS: Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade**. 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA52_ID2154_05112019181313.pdf. Acesso em: 20 de maio 2026.

SILANIKOVE, Nissim. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock production science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

VIANA, João Garibaldi Almeida. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v. 4, n. 12, p. 1-9, 2008.

VILLELA, Luciana. **Origem e situação dos ovinos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/pre-producao/caracteristicas/racas/origem-e-situacao-dos-ovinos-no-brasil>. Acesso em: 6 maio 2026

WOJTAS, Krzysztof; CWYNAR, Przemysław; KOŁACZ, Roman. Effect of thermal stress on physiological and blood parameters in merino sheep. **Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 2, p. 283-288, 2014.

ZHANG, Jiayang et al. Light-based circadian rhythm control: Entrainment and optimization. **Automatica**, v. 68, p. 44-55, 2016.

ANEXO A - FOTO DA RAÇA RABO LARGO

Fonte: Autora, 2026