



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

LARISSA FERNANDES BAIA CESAR

TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVELHAS RABO LARGO CRIADAS NO
NORDESTE DO BRASIL

FORTALEZA

2023

LARISSA FERNANDES BAIA CESAR

TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVELHAS RABO LARGO CRIADAS NO NORDESTE
DO BRASIL

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

2023

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)

C415t Cesar, Larissa Fernandes Baia.
Tolerância ao calor de ovelhas rabo largo criadas no Nordeste do Brasil / Larissa Fernandes Baia Cesar. –
2023.
25 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto.

1. Adaptabilidade. 2. Conforto térmico. 3. Raças nativas. I. Título.

CDD 636.08

LARISSA FERNANDES BAIA CESAR

TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVELHAS RABO LARGO CRIADAS NO NORDESTE
DO BRASIL

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.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Franciely de Oliveira Costa
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)

Ma. Kilvia Karoline de Souza Viveiros Melo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, por me fortalecer e me fazer alcançar meus objetivos e por todas as bênçãos que continua a me proporcionar.

Aos meus pais, Eudenia Baia e Eudasio Cezar, que são pessoas fundamentais na minha vida, por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim, pelo amor e carinho, por toda a educação, os ensinamentos e por sempre me incentivarem a ter um objetivo e correr atrás do que eu quero, principalmente a estudar e a ser uma pessoa gentil, boa e de caráter. Devo a vocês eterna gratidão, muito obrigada.

À minha irmã, Laura, por todo o apoio e presença em todos os momentos.

À minha avó Maria Helena, por ter me criado durante um período em que meus pais precisaram, por cuidar de mim e orar pela nossa família todos os dias.

Ao meu noivo, Neto, pelo incentivo e apoio em todos os momentos, sou grata pelo seu amor, sua atenção, participação, paciência e seu acolhimento nos momentos bons e nos mais turbulentos. Assim como sua família, Silvia, Anastácio (*in memorian*), Aylana, Aniger e Anderson, que me acolheram como família com apoio, carinho e incentivo.

Às minhas tias e tios, Eva, Elenilce, Eliana (*in memorian*), Helena, Audran, Júlio e Antônio Neto, e aos meus padrinhos, Edilene e Rufino, por sempre me apoiarem e acreditarem em mim, por auxiliarem na minha educação e criação, pela atenção e carinho, e por sempre me ajudarem quando mais preciso.

Aos meus primos, Socorro, Rafael, Dyego, Israel, Daniel, Emanuela, Lia, Chalanna e Camila, por todo o apoio, amizade, carinho e por sempre estarem comigo desde pequenos. Em especial aos meus primos Rebeca e Thiago, que são meus segundos pais e seguem me aconselhando, educando e incentivando.

Às minhas amigas Marta, Bruna e Valesca, pelos cinco anos de amizade durante o curso de graduação, no qual fortalecemos uma rede de apoio e amizade para ambas, pelas risadas, pelas aventuras, pelas lembranças e por nossas diferenças as quais pudemos aprender coisas novas umas com as outras, obrigada por tudo senhoras.

Ao professor Dr. Aderson Martins Viana Neto, por ter me dado uma oportunidade no Setor de Ovinocaprino, por ter acreditado e confiado no meu potencial, por ter aceitado ser meu orientador, por toda paciência, pelos conselhos, pelos ensinamentos e por me motivar a ser uma pessoa e profissional melhor.

À minha amiga Ana Jullya, que no último ano tive o privilégio de me aproximar e de construir uma amizade, obrigada pelas risadas, pelo apoio, pelos conselhos, ajudas e pela companhia que me inspira a ser uma pessoa boa e dedicada.

À Universidade Federal do Ceará, por toda a estrutura, oportunidades e capacitações.

Aos professores do curso de Zootecnia, que me fizeram alcançar conhecimentos técnicos e científicos que precisarei de modo significativo durante o exercício da minha profissão.

À coordenação do curso de Zootecnia, ao professor Luciano e ao Clécio, pela atenção e auxílio.

Aos amigos que a UFC e o Setor de Ovinocaprino me proporcionaram, Ster, Dara, Lucas, Vivian, Roberta e Mikaelle, obrigada pela ótima convivência, amizade e boas risadas.

Ao Setor de Ovinocaprinocultura que me proporcionou momentos e experiências técnicas incríveis, pelos conhecimentos práticos essenciais e necessários para um zootecnista, realizados no setor, além das amizades feitas.

A todos os profissionais que me auxiliaram durante a graduação e durante os estágios, contribuindo para que eu evoluísse na vida acadêmica, em especial à zootecnista Ana Carolina Marques pelos ensinamentos e pela amizade que os cavalos proporcionam.

RESUMO

As condições climáticas podem afetar a produtividade animal, sendo de suma importância conhecer as condições que favorecem a adaptação ao calor das raças nativas do Brasil. Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância ao calor de ovelhas rabo largo criadas em clima tropical, no Nordeste do Brasil. Para realizar tal trabalho, foram usadas 5 ovelhas criadas no Setor de Ovinocaprinocultura, alojadas em baía coletiva e alimentadas com feno e ração, com acesso a sal mineral e água. Ademais, as ovelhas foram expostas a radiação solar direta por 1 hora (12:00 às 13:00h), a fim de avaliar seus parâmetros fisiológicos (frequências respiratória-FR e cardíaca-FC, temperatura retal-TR, vaginal-TV e temperatura superficial, esta por termografia infravermelha nos momentos 1) anteriormente à exposição; 2) imediatamente após a exposição, e; 3) após duas horas à sombra para avaliar sua termorregulação. Além disso, foram registrados dados de temperatura e umidade relativa do ar, com uso de datalogger (AK172) a fim de calcular o índice de temperatura e umidade. Os dados foram submetidos a ANOVA a 5% de significância. Com o aumento do desconforto térmico devido à exposição direta à radiação solar, visto o acréscimo da temperatura do ar que foi maior às 13h, bem como o ITU, observou-se que as variáveis fisiológicas das ovelhas aumentaram consideravelmente durante a exposição solar, onde a FR e FC aumentou 109% e 11%, respectivamente, bem como a TR e TV aumentaram 0,4°C. Contudo, após a alocação das ovelhas à sombra por 2 horas, todos os parâmetros fisiológicos retornaram à normalidade. Ademais, o uso da termografia colaborou para apontar significativas correlações entre os parâmetros fisiológicos e as temperaturas superficiais nos diferentes momentos avaliados. Portanto, é possível concluir que ovelhas Rabo Largo estão sujeitas a estresse térmico quando expostas à radiação solar direta a partir da avaliação de seus parâmetros fisiológicos, contudo, após a alocação sob sombra, seus mecanismos demonstraram-se eficientes para normalização fisiológica.

Palavras-chave: Adaptabilidade, conforto térmico, raças nativas

ABSTRACT

The climatic conditions can affect animal productivity, and it is extremely important to know the conditions that favor adaptation to the heat of native Brazilian breeds. Therefore, the objective of this study was to evaluate the heat tolerance of Rabo Largo sheep raised in a tropical climate, in the Northeast of Brazil. To carry out this work, 5 sheep raised in the Sheep and Goat Sector were used, housed in a collective stall and fed with hay and feed, with access to mineral salt and water. Furthermore, the sheep were exposed to direct solar radiation for 1 hour (12:00 to 13:00h), to evaluate their physiological parameters (respiratory rates-RR and heart rates-HR, rectal temperatures-RT and vaginal temperatures-VT) and surface temperature by infrared thermography. at moments 1) prior to exposure; 2) immediately after exposure, and; 3) after two hours in the shade to assess their thermoregulation. In addition, temperature and relative humidity data were recorded, using a datalogger (AK172) to calculate the temperature and humidity index. The data were submitted to ANOVA at 5% significance. With the increase in thermal discomfort due to direct exposure to solar radiation, given the increase in air temperature which was higher at 1 pm, as well as the THI, it was observed that the sheep's physiological variables increased considerably during sun exposure, in which the RR and HR increased by 109% and 11%, respectively, as well as RT and VT increased by 0.4°C. However, after placing the sheep in the shade for 2 hours, all physiological parameters returned to normal. Furthermore, the use of thermography helped to identify significant correlations between physiological parameters and surface temperatures at the different moments evaluated. Therefore, it is possible to conclude that Rabo Largo sheep are subject to thermal stress when exposed to direct solar radiation based on the evaluation of their physiological parameters. However, after being placed in the shade, their mechanisms proved to be efficient for physiological normalization.

Keywords: Adaptability, thermal comfort, native breeds.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1	Comitê de Ética	12
2.2	Animais e local	12
2.3	Parâmetros ambientais	12
2.4	Avaliação à tolerância ao calor.....	12
2.5	Parâmetros fisiológicos e termografia de infravermelho	13
2.6	Análise estatística.....	14
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

No Brasil os ruminantes ocupam uma relevante posição no que tange a produção de proteína animal. Pertencente a este grupo, destacam-se os ovinos, com maior concentração populacional no Nordeste brasileiro (63%; 18,4 milhões de cabeças). Estes representam um efetivo de 2,3 milhões de animais no Ceará, sendo criados em diferentes tipos de sistemas de produção, com finalidade de subsistência e comercial, destinado à produção de carne (EMBRAPA, 2017). O Ceará está no domínio da Caatinga, caracterizado pelo período chuvoso restrito a três ou quatro meses por ano e alta biodiversidade, com clima predominantemente semiárido, pluviosidades que podem ser menores que 500 mm, temperatura média alta (32-33 °C), amplitude média de 5-10 °C, podendo ser maiores no interior do estado visto a ocorrência de temperaturas máximas de 40 °C e mínimas de 17 °C (IPECE, 2013).

Desta forma, os animais sofrem praticamente o ano todo com elevados índices de temperatura e umidade (ITU) levando-os ao estresse térmico (COSTA *et al.*, 2015). Animais em situações de estresse térmico sofrem mudanças fisiológicas que afetam diretamente a produção e reprodução. Mesmo os animais mestiços podem estar termicamente estressados em situações adversas. A falta de conforto térmico faz com que o animal busque alternativas de perda de calor, que envolve uma série de adaptações dos diversos sistemas: respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e digestivo, para a produção em clima quente (MARAI; HAEEB, 2009). A coordenação de todos esses sistemas para manter o potencial produtivo sob estresse térmico é variável entre as espécies, raças e indivíduos dentro de uma mesma raça.

Fatores intrínsecos ao animal, como pelagem e porte exercem influência sobre os processos de termorregulação, que segue um ritmo circadiano de ganho e perda de calor (PICCIONE *et al.*, 2008). Desta forma, os ovinos mobilizam energia como forma de manter a temperatura corporal constante, equilibrando o balanço entre a produção e perda de calor para o ambiente, utilizando os mecanismos específicos de termogênese e termólise, e dependendo do horário do dia, estes mecanismos podem variar de acordo com os fatores climáticos do momento (PEREIRA, 2005).

Uma redução no gradiente térmico entre o animal e seu ambiente devido ao estresse térmico compromete a perda de calor metabólico e contribui para um maior acúmulo de calor. O estresse térmico é o principal fator envolvido na redução da produtividade animal e no desenvolvimento. Isto envolve uma série de adaptações nos sistemas respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e excretório, para a produção em ambientes quentes. Alterações na

homeostase devido ao estresse térmico têm sido quantificadas pela mensuração de parâmetros fisiológicos como a temperatura retal, corporal superficial e frequência respiratória. Do ponto de vista bioclimático, alterações comportamentais e fisiológicas podem ocorrer mesmo para animais mestiços, considerados mais tolerantes (NARDONE *et al.* 2010).

As funções fisiológicas dos animais são mais eficientes dentro de sua zona de termoneutralidade, ou zona de conforto térmico, enquanto acima e abaixo das temperaturas críticas, os animais estão estressados e o ambiente limita o processo produtivo. No entanto, aquelas temperaturas críticas não são fixas para todo animal ou espécie, e podem alterar devido a idade e condições fisiológicas. Assim, a seleção natural ou artificial em ambientes extremos pode melhorar a adaptação por essas condições, pela alteração percentual às vezes em poucas gerações as características adaptativas morfológicas e fisiológicas dos animais (SILVA, 2007).

Ainda que grande parte destes ovinos inseridos nos sistemas de produção animal nordestinos pertençam àqueles caracterizados como Sem Padrão Racial Definido (SPRD), a manutenção de raças naturalizadas é de extrema importância para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, favorecendo a manutenção de genética adaptada, bem como sendo base para cruzamentos com raças exóticas (SOUSA *et al.*, 2015). Dentre estas, a raça Rabo Largo tem sua relevância, e se caracteriza por ser um animal de pelagem vermelha, branca e suas combinações, com pelos curtos ou médios e podem apresentar resquícios de lã; de porte médio com cauda de base larga e ponta de lança; com aptidão para produção de carne e pele, sendo considerados rústicos e bem adaptados às condições do Nordeste semiárido (ARCO, 2022). Ainda que animais Rabo Largo tenham sido estudados quanto a seu desempenho tendo apresentado características de carcaça satisfatórias, potencializadas com cruzamentos com base paterna animais Santa Inês (LANDIM *et al.*, 2017), sua rusticidade quanto a tolerância ao calor ainda não tinha sido avaliada. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a tolerância ao calor de ovelhas Rabo Largo criadas em clima tropical, no Nordeste do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Comitê de Ética

Comitê de Ética: CEUAP – Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção;
Número de Aprovação: 0710202201

2.2 Animais e local

Cinco ovelhas adultas da raça Rabo Largo, com médias de peso de 37,3 kg e idade 4,4 anos, foram selecionadas e avaliadas com relação ao padrão racial e estado sanitário. As ovelhas foram previamente vacinadas e vermifugadas, e mantidas sob confinamento em baias coletivas de 140 m², providas de área coberta (16 m²), no Setor de Ovinocaprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC; 3°44'33" S; 38°34'33"O). As fêmeas foram alimentadas com volumoso e concentrado a fim de atender suas exigências nutricionais conforme as recomendações do NRC (2007), tendo disponibilidade de água e sal mineral à vontade.

2.3 Parâmetros ambientais

Para caracterização do ambiente foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental por meio de *datalogger* (AK172, AKSO) que os registrou a cada 10 minutos, alocado na baia coberta dos animais e fora da baia quando estes eram expostos, sob um suporte adaptado que ficava próximo aos animais nos dois momentos analisados. Ademais, os dados ambientais foram utilizados para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU) a partir do modelo definido por Thom (1959):

$$\text{ITU} = 0,8 \times T (\text{UR} / 100) \times (T - 14,4) + 46,4, \text{ onde:}$$

T: temperatura do ar (°C)

UR: umidade relativa do ar (%).

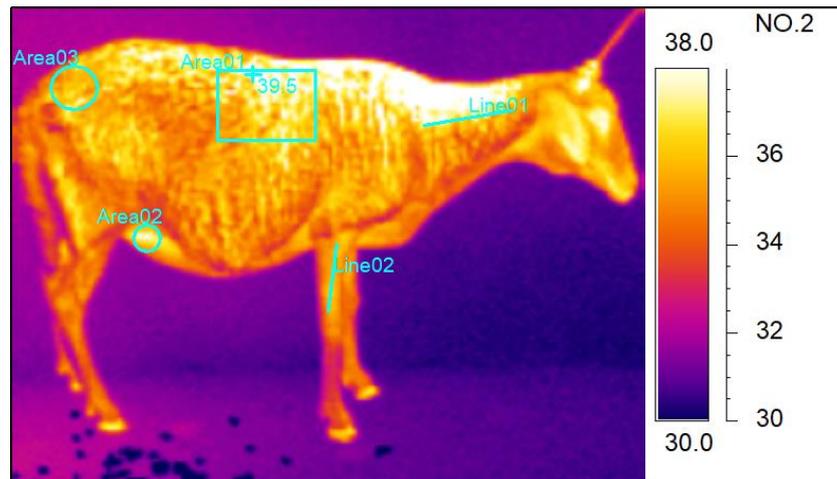
2.4 Avaliação à tolerância ao calor

As ovelhas tiveram seus parâmetros fisiológicos mensurados (i) à sombra, ou seja, no momento anterior à exposição; (ii) logo após a exposição ao sol, e; (iii) após duas horas à sombra para avaliar sua termorregulação, tendo sido realizadas 5 coletas, ocorrido semanalmente, durante os meses de novembro de 2022 e janeiro de 2023. Previamente à exposição, as ovelhas foram alocadas em baia coletiva, com telha de barro e piso cimentado, sendo então expostas à radiação solar por 60 minutos, da 12:00 às 13:00h e após esse período foram alocadas novamente em baia coletiva para posterior avaliação em condição de sombreamento.

2.5 Parâmetros fisiológicos e termografia de infravermelho

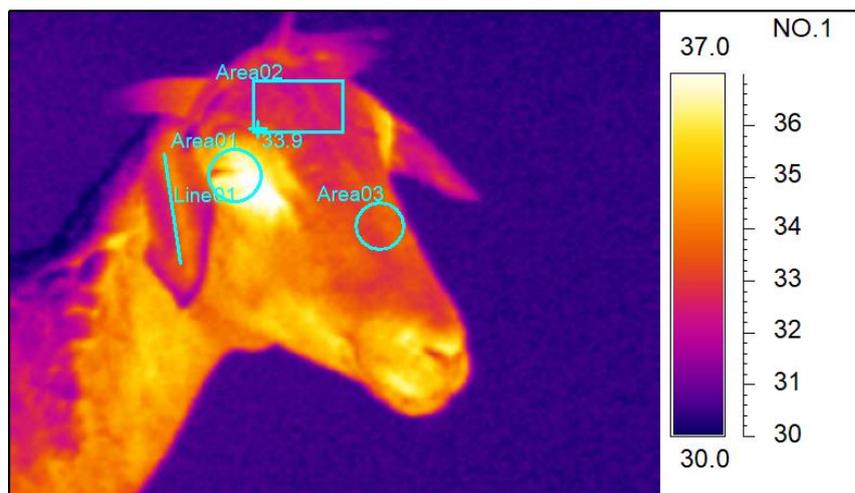
Os parâmetros fisiológicos foram mensurados nos diferentes momentos, sendo estes: frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura vaginal, temperatura retal e temperatura superficial. A frequência cardíaca foi quantificada pela auscultação dos batimentos cardíacos, com uso de estetoscópio, enquanto a frequência respiratória foi obtida por meio da contagem dos movimentos do flanco do animal, tendo como referência a última costela. Ambas as avaliações foram realizadas durante quinze segundos e, em seguida, o valor contabilizado foi multiplicado por quatro, gerando o resultado em movimentos por minuto (mov/min). As temperaturas retal e vaginal foram mensuradas com uso de termômetro digital, inserido a 5 cm, no reto e canal vaginal, respectivamente. A temperatura superficial foi obtida por meio de imagens termográficas, com uso de câmera infravermelha Hottec HT31, ajustada a 0,98 de emissividade, que foram processadas pelo software Infrared Reporter para avaliar as regiões mais irrigadas, dentre elas as áreas de pescoço, perna, ventre, costela, garupa, flanco, orelha, olho, chanfro e frente, representadas nas figuras 1 e 2.

Figura 1: Termografia de infravermelho sobre as áreas superficiais do corpo



Fonte: Autora, 2023

Figura 2: Termografia de infravermelho sobre as áreas superficiais da cabeça



Fonte: Autora, 2023.

2.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software JAMOVI adotando-se um nível de significância de 5%, de modo que os parâmetros climáticos e fisiológicos foram expressos em média. Foram aplicados testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade, para aplicação de teste destinado à comparação de amostras pareadas (Anova; Friedman). Assim, comparações entre momentos (antes, após e duas horas após a exposição ao sol) foram realizadas pelo teste de comparação de médias (Tukey).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros ambientais foram distintos nos diferentes momentos do estudo (tabela 1). Como esperado, a temperatura do ar foi maior às 13h (ao ar livre) quando comparado àquelas às 12h, no interior das instalações (31,1 vs. 40,0 °C; $p < 0,05$), bem como o ITU (82,3 vs. 90,1; $p < 0,05$), evidenciando um maior desconforto térmico. Fato oposto aconteceu para a umidade relativa do ar, que foi inferior às 13h quando medida ao ar livre (46,2%).

Tabela 1. Parâmetros ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade durante os momentos em que os animais estavam à sombra (12h e 15h) e ao sol (13h).

PARÂMETRO AMBIENTAL	SOMBRA	SOL	2h SOMBRA
Temperatura do ar (°C)	31,1 c	40,0 a	32,5 b
Umidade relativa do ar (%)	65,9 b	46,2 a	60,2 c
Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	82,3 c	90,1 a	83,2 b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A partir dos parâmetros ambientais obtidos, durante a exposição direta à radiação solar houve um acréscimo da temperatura do ar e do desconforto ambiental, evidenciando o impacto da exposição à radiação solar direta. Assim, de acordo com Silanikove (2000), ITU superiores a 78 caracterizam uma condição de estresse severo, nesta condição há uma elevação do gasto de energia para perda de calor, podendo resultar ainda na incapacidade do animal em manter sua temperatura, afetando seu bem-estar.

Pode ser observado um efeito da exposição à radiação solar sobre os parâmetros fisiológicos das ovelhas Rabo Largo, de modo que após 60 minutos de exposição à radiação solar direta foram observados os maiores valores absolutos para todos os parâmetros estudados (Tabela 2). A frequência respiratória foi aumentada em 109% quando os animais estiveram expostos ao sol, conseguindo retornar à normalidade até a realização da terceira análise após 120 minutos sob sombra ($p < 0,05$). A frequência cardíaca, por sua vez, foi aumentada em 11%, passando de 89,7 bpm (à sombra) para 100 bpm quando os animais foram expostos à radiação solar direta, reduzindo para 79,4 bpm após duas horas sob sombra ($p < 0,05$). As temperaturas

retais e vaginais foram semelhantes entre si, sendo aumentadas em 0,4 °C quando as ovelhas estavam submetidas a condições mais estressantes ($p < 0,05$). Ademais, pode-se observar que a interrupção da exposição à radiação solar e alocação das ovelhas sob sombra por 120 minutos colaborou para o retorno à normalidade fisiológica das fêmeas após a condição estressante.

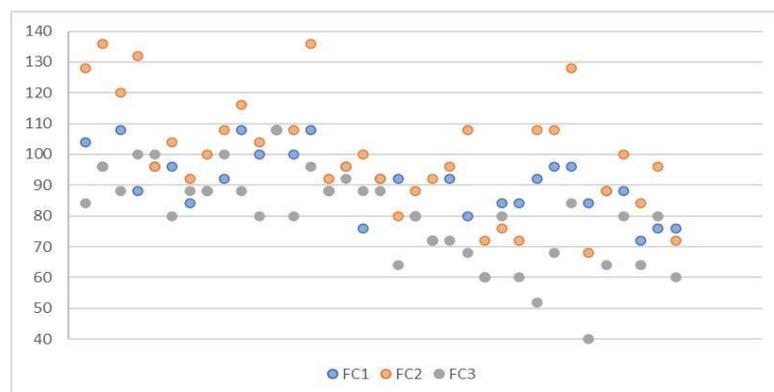
Tabela 2. Parâmetros fisiológicos de ovelhas Rabo Largo antes, durante e após exposição à radiação solar direta.

PARÂMETRO FISIOLÓGICO	SOMBRA	SOL	2H SOMBRA
Frequência respiratória (mov/min)	65,9 b	138,0 a	63,0 b
Frequência cardíaca (bpm)	89,7 b	100,0 a	79,4 c
Temperatura vaginal (°C)	39,2 b	39,6 a	39,0 c
Temperatura retal (°C)	39,2 b	39,6 a	38,9 c

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

As altas frequências cardíacas foram aumentadas em decorrência da exposição das ovelhas à radiação solar direta, portanto, embora a lã possa protegê-las, os animais também utilizam mecanismos de suor e respiração ofegante para aumentar a vasodilatação, o que aumenta a circulação sanguínea bem como a frequência cardíaca, o que é possível ser observado a partir da dispersão dos dados obtidos (Gráfico 1)

Gráfico 1: Frequência cardíaca (FC) das ovelhas Rabo Largo submetidas a radiação solar direta (1: à sombra; 2: ao sol; 3: após 120 minutos à sombra).

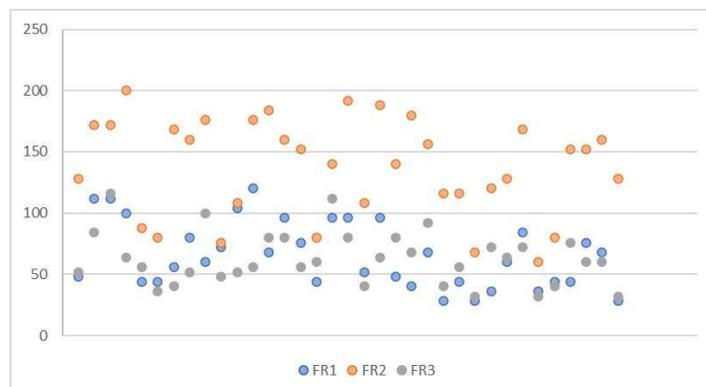


Fonte: Autora, 2023.

Os valores de frequência cardíaca evidenciam que animais da raça Rabo Largo criados em clima tropical e expostos à radiação solar direta apresentam valores acima daqueles considerados normais (70 - 80 bpm). Tais resultados são superiores àqueles de Luz *et al.* (2014), que trabalhando com animais Santa Inês e Morada Nova encontraram os valores de frequência cardíaca média para as duas raças, no período chuvoso de 71,7 bpm no período da manhã e de 80 bpm no período da tarde.

Quanto à frequência respiratória bastante elevada durante o maior desconforto ambiental, é resultante das altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, que levaram o animal a valer-se do mecanismo de respiração visando perder calor através da evaporação por ofegação, permitindo maior eficiência ainda que haja um maior custo metabólico (SANTOS *et al.*, 2006). Para ovinos, a frequência respiratória em situações de baixo estresse encontra-se em 40 a 60 mov/min, médio 60 a 80 e severo estresse acima de 200 mov/min (SILANIKOVE, 2000). A frequência respiratória é um mecanismo básico ativado quando o animal se encontra em temperaturas ambientais elevadas (MARAI *et al.*, 2007), assim, a frequência respiratória é um dos mecanismos mais utilizados para a avaliação do estresse térmico, devido a auxiliar no estudo do animal em resistir às elevadas temperaturas (GIANNETTO *et al.*, 2017), evidenciando assim que o período seco resulta em maior impacto ambiental para os animais, fato confirmado pelos dados de ITU observados neste estudo e dos dados dispersos nos três períodos de coleta representados no Gráfico 2.

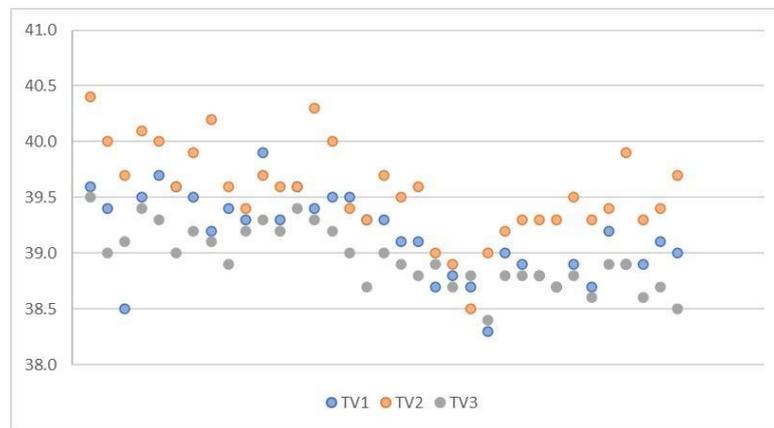
Gráfico 2: Frequência respiratória (FR) das ovelhas Rabo Largo submetidas a radiação solar direta (1: à sombra; 2: ao sol; 3: após 120 minutos à sombra).



Fonte: Autora, 2023.

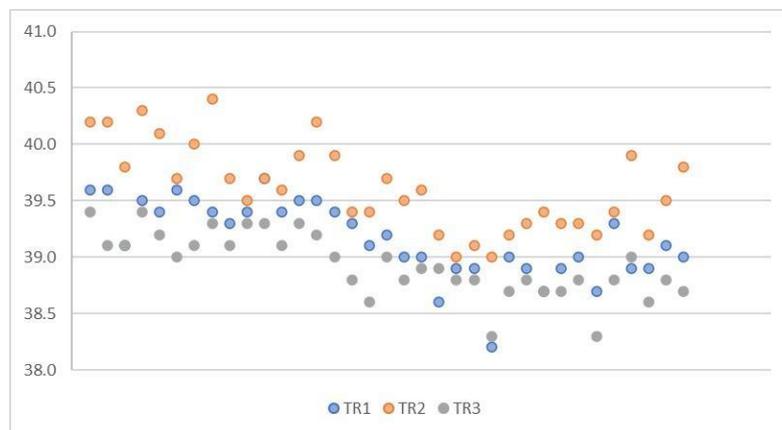
Ainda que as temperaturas vaginal e retal tenham subido em decorrência do estresse térmico (Gráficos 3 e 4), estas não ultrapassaram os valores normais de temperatura retal para ovinos deslanados 38 a 40 °C (SILVA, 2000). Neves *et al.* (2009) constataram que a maior variação da temperatura retal apresentou relação com a cor da pelagem, no qual ovinos Santa Inês vermelho (38,1 a 40,3 °C) e Santa Inês preto (38 a 41,1 °C) foram mais influenciados que ovinos Santa Inês branco (37,9 a 41,2 °C).

Gráfico 3: Temperatura vaginal (TV) das ovelhas Rabo Largo submetidas a radiação solar direta (1: à sombra; 2: ao sol; 3: após 120 minutos à sombra).



Fonte: Autora, 2023.

Gráfico 4: Temperatura retal (TR) das ovelhas Rabo Largo submetidas a radiação solar direta (1: à sombra; 2: ao sol; 3: após 120 minutos à sombra).



Fonte: Autora, 2023.

O uso da termografia por infravermelho foi eficiente em registrar as variações térmicas nas ovelhas ao longo do período experimental, em especial no que tange à exposição à radiação solar direta (Tabela 3). Assim, destaca-se que as temperaturas da costela e da garupa foram bastante sensíveis ao aumento dos parâmetros ambientais, visto seu aumento em 20% (à sombra: 33,3 °C; ao sol: 40,1 °C) e 14% (à sombra: 33,7 °C; ao sol: 38,5 °C), respectivamente, após o período de estresse térmico induzido.

Tabela 3. Temperaturas superficiais de diferentes partes do corpo de ovelhas Rabo Largo antes, durante e após exposição à radiação solar direta.

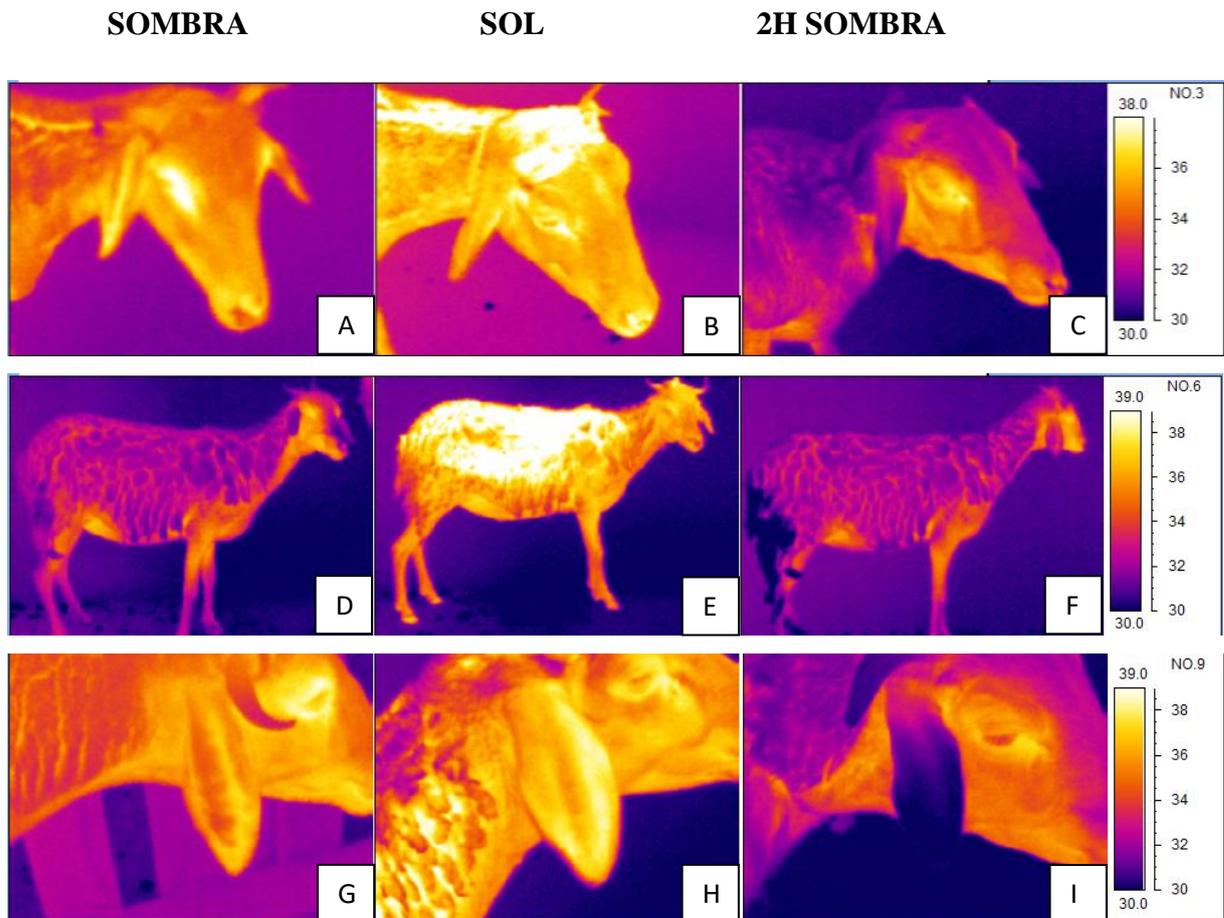
TEMPERATURA (°C)	SOMBRA	SOL	2H SOMBRA
Pescoço	33,2 b	36,7 a	32,4 c
Perna	35,2 b	36,5 a	34,7 b
Costela	33,3 b	40,1 a	32,1 c
Ventre	35,8 b	36,8 a	34,9 c
Garupa	33,7 b	38,5 a	32,8 c
Orelha	33,3 b	36,5 a	31,6 c
Flanco	36,0 a	36,6 a	35,2 b
Fronte	33,5 b	37,3 a	32,7 c
Olho	36,8 b	37,4 a	36,2 c
Chanfro	33,8 b	35,6 a	32,6 c

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A termografia por infravermelho é uma técnica de visualização moderna, segura e não invasiva do perfil térmico, favorecendo o bem-estar animal, sendo possível observar notórias diferenças a partir da coloração das imagens (Figura 3). É uma ferramenta útil para avaliar o estresse térmico dos animais, pois detecta alterações no fluxo sanguíneo e variações mínimas na temperatura corporal (GIRO et al., 2019). Além disso, a termografia por infravermelho permite medir a temperatura da superfície do corpo dos animais que pode estar relacionada a vários processos fisiológicos (KAUFAMAN et al., 2018). Assim, ainda não existe um padrão de valores para classificar a temperatura superficial em pequenos ruminantes, isto é, valores mínimos e máximos normais como referência. Desta forma, a temperatura superficial não pode ser adotada como único mecanismo para avaliar o estresse térmico, necessitando ser aliada a outros parâmetros fisiológicos como frequência respiratória e temperatura retal

(BATISTA et al., 2014). Isto se explica pelo fato de a temperatura superficial variar conforme a cor da pelagem e local de avaliação, uma vez que os tecidos possuem atividades metabólicas diferenciadas (SILVA, 2000).

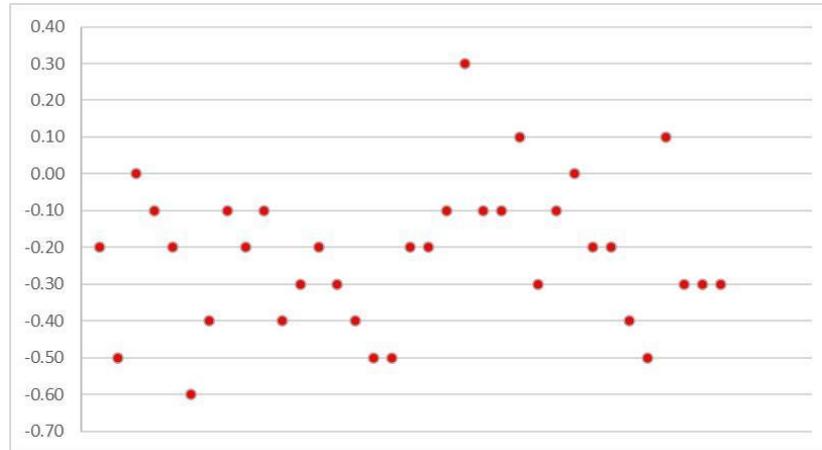
Figura 3: Variação da temperatura superficial avaliada por termografia de infravermelho evidenciando as regiões da cabeça (A, B, C), tronco (D, E, F) e orelha (G, H, I) e sua faixa de temperatura.



Fonte: Autora, 2023.

Contudo, a análise das temperaturas superficiais foi eficiente em demonstrar a relação de ganho e perda de calor, uma vez que o acúmulo de calor, decorrente do momento de maior estresse avaliado a partir dos dados de temperatura retal, foi dissipado de forma satisfatória na maioria dos animais após os 120 min sob a sombra (Gráfico 5).

Gráfico 5: Relação entre ganho e perda de calor das ovelhas Rabo Largo submetidas a radiação solar direta utilizando dados da TR.



Fonte: Autora, 2023.

Ademais, foram observadas correlações positivas entre as temperaturas retal e vaginal ($r = 0,95$), que por sua vez foram correlacionadas também a frequência respiratória ($r = 0,64$; $r = 0,54$, respectivamente), bem como a temperatura superficial da perna ($r = 0,33$; $r = 0,27$, respectivamente). Além disso, foram observadas ainda correlações positivas da temperatura retal às temperaturas superficiais do pescoço ($r = 0,26$), da costela ($r = 0,24$), da garupa ($r = 0,30$), da frente ($r = 0,28$) e do chanfro ($r = 0,24$) (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação dos parâmetros fisiológicos de ovelhas Rabo Largo criadas em clima tropical.

	FR	FC	TV	TR
FC	-0.079	—		
TV	0.538*	0.084	—	
TR	0.635*	0.093	0.945*	—
PESCOÇO	0.164	0.135	0.175	0.262**
PERNA	0.212	0.104	0.272**	0.330*
COSTELA	0.109	0.077	0.170	0.242**
VENTRE	0.113	0.141	0.056	0.140
GARUPA	0.157	0.042	0.227	0.300*
ORELHA	0.009	0.128	0.146	0.209
FLANCO	-0.067	-0.045	-0.009	0.028
FRONTE	0.103	0.129	0.215	0.283**
OLHO	-0.052	0.210	0.016	0.074
CHANFRO	0.083	0.130	0.146	0.243**

*P<0,01 **p<0,05

4. CONCLUSÃO

É possível concluir que ovelhas Rabo Largo estão sujeitas a estresse térmico quando expostas à radiação solar direta, visto as alterações de seus parâmetros fisiológicos. Ademais, a termografia de infravermelho foi eficaz em avaliar o ganho e perda de calor dos animais, em apresentar indicadores das oscilações de temperatura superficial em função do desconforto térmico. Além disso, a provisão de sombra aos animais é fundamental para favorecer os mecanismos de perda de calor e assim a eficiente termorregulação de ovelhas criadas em clima tropical, principalmente nos períodos de maior radiação solar, caracterizando-as como animais tolerantes ao calor.

REFERÊNCIAS

- ARCO. Padrão racial de ovinos Rabo Largo. 2022. Disponível em: <http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais/33-rabo-largo>.
- BATISTA et al., Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. *J Anim Behav Biometeorol* v.2, n.3, p.102-108. <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v2n3p102-108>
- COSTA, A. N. L. 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, n. 11, p. 16471653, 2015.
- EMBRAPA. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos [recurso eletrônico] - n. 2, (dez. 2017) %u2013 Dados eletrônicos. Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017.
- GIANNETTO, C. et al. Rhythmic function of body temperature, breathing and heart rates in newborn goats and sheep during the first hours of life. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, v. 18, p. 2936, 2017.
- GIRO, A. et al. Application of microchip and infrared thermography for monitoring body temperature of beef cattle kept on pasture. *Journal of thermal biology*, v. 84, p. 121128, ago. 2019.
- IPECE - Instituto de pesquisa e estratégia econômica do Ceará. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2010/Umirim.pdf/view?searchterm=umiri m.
- KAUFMAN, J. D.; SAXTON, A. M.; RÍUS, A. G. Short communication: Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 7, p. 64246429, 2018.
- LANDIM et al., 2017. Desempenho produtivo e características de carcaça de cordeiros Rabo Largo puro e cruzados com Santa Inês. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.69, n.5, p.1267-1274, 2017.
- Luz, C. S. M., Fonseca, W. J. L., Barros, C. P., Jr., Sousa, G. G. T., Amorim, R. B., Silva, L. A., & Santos, K. R. (2014). Estimativas de características termorreguladoras de ovinos em período seco e chuvoso criados na região do vale do Gurgéia, sul do estado do Piauí. *Acta Veterinária Brasílica*, 8(1), 19-24.
- MARAI, I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep: a review. *Small Ruminant Research*, v. 71, n. 1, p. 1-12, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>

MARAI, I. F. M.; HAEED, A. A. M. Buffalos biological functions as affected by heat stress A review. *Livestock Science*, v. 127, n. 23, p. 89109, fev. 2010.

NARDONE, A. et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, v. 130, n. 13, p. 5769, 2010.

Neves M.L.M.W., Azevedo M., Costa L.A.B., Guim A., Leite A.M., Chagas J.C. (2009) Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça santa inês criados a pasto no agreste do estado de Pernambuco. *Acta Science Animal Science* 31:169-175

PEREIRA, C. C. J. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195 p.

PICCIONE, G. et al. Circadian Activity Rhythm in Sheep and Goats Housed in Stable Conditions. *Folia Biologica*, v. 56, n. 3, p. 133-137, 2008.

SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H. et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi árido nordestino. *Ciência Agrotecnologia*, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

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

SILVA, R. G. et al. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4 SUPPLEMENT, p. 1192-1198, 2007.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000.

SOUSA, B. B. et al. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.3, n.2, p.42-50, 2015.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v. 12, p. 575-579, 1959