JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v5i3.591
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

SENSIBILIDADE DE OVINOS DORPER AO MICROCLIMA: ANÁLISE MULTIVARIADA E CONSTRUÇÃO DE ZONAS DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

SENSITIVITY OF DORPER SHEEP TO MICROCLIMATE: MULTIVARIATE ANALYSIS AND CONSTRUCTION OF THERMAL COMFORT ZONES IN SEMI-ARID ENVIRONMENT

SENSIBILIDAD DE OVINOS DORPER AL MICROCLIMA: ANÁLISIS MULTIVARIADO Y CONSTRUCCIÓN DE ZONAS DE CONFORT TÉRMICO EN UN AMBIENTE SEMIÁRIDO

Andreza Malena Guedes da Costa Silva1*.

1Bacharel em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
Mestranda e pesquisadora vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
*Autor Correspondente: andrezzacosta18@gmail.com.

Recebido: 10/08/2025 | **Aprovado**: 25/08/2025 | **Publicado**: 06/09/2025

Resumo: Este estudo teve como objetivo analisar a sensibilidade fisiológica de ovinos Dorper submetidos a diferentes condições microclimáticas por meio de análises estatísticas multivariadas. Foram monitoradas variáveis fisiológicas, ambientais e térmicas superficiais durante duas fases experimentais: climatização natural e climatização evaporativa. Aplicou-se Análise de Componentes Principais (ACP) e K-means para identificar padrões fisiológicos e construir zonas de conforto térmico. Os resultados demonstraram que a climatização evaporativa reduziu significativamente a frequência respiratória e a temperatura retal. A TESUP, mensurada por termografia, destacou-se como preditor confiável. A abordagem proposta mostrou-se eficaz para segmentar perfis fisiológicos e apoiar estratégias de manejo térmico em regiões semiáridas.

Palavras-chave: Ambiência. Bem-estar animal. Climatização. Termografia. Zoneamento fisiológico.

Abstract: This study aimed to analyze the physiological sensitivity of Dorper sheep exposed to different microclimatic conditions through multivariate statistical analyses. Physiological, environmental, and surface thermal variables were monitored during two experimental phases: natural and evaporative cooling. Principal Component Analysis (PCA) and K-means clustering were applied to identify physiological patterns and construct thermal comfort zones. The results showed that evaporative cooling significantly reduced respiratory rate and rectal temperature. TESUP, measured by thermography, stood out as a reliable predictor. The proposed approach proved effective in segmenting physiological profiles and supporting thermal management strategies in semi-arid regions.

Keywords: Animal welfare. Cooling. Environment. Physiological zoning. Thermography.

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo analizar la sensibilidad fisiológica de ovinos Dorper sometidos a diferentes condiciones microclimáticas mediante análisis estadísticos multivariados. Se monitorearon variables fisiológicas, ambientales y térmicas superficiales durante dos fases experimentales: climatización natural y evaporativa. Se aplicaron Análisis de Componentes Principales (ACP) y K-means para identificar patrones fisiológicos y construir zonas de confort térmico. Los resultados mostraron que la climatización evaporativa redujo significativamente la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal. La TESUP, medida por termografía, se destacó como un predictor confiable. El enfoque propuesto fue eficaz para segmentar perfiles fisiológicos y apoyar estrategias de manejo térmico en regiones semiáridas.

Palabras-clave: Ambiente. Bienestar animal. Climatización. Termografía. Zonificación fisiológica.

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura representa uma atividade estratégica no contexto socioeconômico do semiárido brasileiro, especialmente na região Nordeste, onde a criação de ovinos é fonte relevante de alimento, renda e desenvolvimento rural sustentável. Com características produtivas que se adaptam bem a sistemas de base familiar, os rebanhos ovinos ganham destaque por sua importância na segurança alimentar e na geração de renda em áreas de baixa pluviometria e solos de menor fertilidade.

Dentro desse cenário, a raça Dorper, originária da África do Sul, tem se consolidado como uma das principais alternativas genéticas para regiões áridas e semiáridas devido à sua rusticidade, capacidade de conversão alimentar e bom desempenho reprodutivo mesmo sob condições climáticas desafiadoras. No entanto, ainda que adaptados, esses animais não estão isentos dos efeitos deletérios provocados pelo estresse térmico, principalmente em períodos de verão prolongado, quando a radiação solar intensa, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar se intensificam (Salama *et al.*, 2022).

O estresse térmico em pequenos ruminantes provoca alterações fisiológicas que comprometem diretamente o bem-estar animal, a eficiência produtiva e os índices reprodutivos. Entre os principais mecanismos fisiológicos de resposta ao calor, destacam-se o aumento da temperatura retal (TR) e da frequência respiratória (FR), que refletem os esforços do organismo em dissipar o excesso de calor e manter a homeostase térmica. Estudos recentes reforçam a sensibilidade dos ovinos Dorper a esses fatores, evidenciando aumentos significativos de TR e FR sob condições ambientais adversas, mesmo com sua reconhecida tolerância ao calor (Salama *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o monitoramento contínuo e preciso dessas variáveis torna-se essencial para a formulação de estratégias de manejo térmico e melhoria das condições de ambiência dos rebanhos. Nesse sentido, tecnologias de sensoriamento remoto, como a termografia infravermelha, têm ganhado destaque por sua capacidade de mensurar a temperatura superficial de forma rápida, precisa e não invasiva. Variáveis como a temperatura do globo ocular (TGO), do dorso (TD) e da superfície superior (TESUP) têm sido associadas com confiabilidade às alterações fisiológicas decorrentes do estresse térmico, mostrando-se promissoras como indicadores indiretos do estado térmico dos animais (Polli *et al.*, 2020).

Complementarmente, o uso de ferramentas estatísticas avançadas tem ampliado as possibilidades de interpretação de dados zootécnicos e ambientais em experimentos com múltiplas variáveis. A aplicação de técnicas de análise multivariada, como a Análise de Componentes Principais (ACP) e a análise de agrupamento (clusterização), permite reduzir a dimensionalidade dos dados, identificar padrões de comportamento fisiológico e segmentar indivíduos com características semelhantes. Isso favorece a construção de zonas de conforto térmico específicas, que auxiliam na tomada de decisão e no manejo eficiente dos animais em diferentes microclimas (Jolliffe, 2002).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo analisar a sensibilidade fisiológica de ovinos Dorper submetidos a diferentes condições microclimáticas por meio da aplicação de técnicas de análise multivariada,

visando identificar agrupamentos fisiológicos e propor zonas de conforto térmico com base em variáveis ambientais e térmicas superficiais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa possui caráter experimental, com abordagem quantitativa, conduzida em ambiente semiárido sob condições controladas de criação animal. O estudo teve como pressuposto metodológico a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas para análise de respostas fisiológicas de ovinos submetidos a diferentes ambientes térmicos. A utilização da Análise de Componentes Principais (ACP) e da análise de agrupamento (K-means) permitiu a segmentação dos dados e identificação de zonas fisiológicas distintas, com base em variáveis ambientais, fisiológicas e térmicas superficiais. O delineamento experimental foi estruturado com repetição temporal em dois ambientes de climatização.

2.2 Área de estudo e público-alvo

O experimento foi conduzido em uma propriedade comercial de criação de ovinos situada no município de Garanhuns, localizado no Agreste Meridional do estado de Pernambuco, Brasil. A região caracteriza-se por apresentar clima tropical de altitude, com temperaturas amenas na maior parte do ano, mas sujeita a picos de calor durante os meses mais secos. A temperatura média anual gira em torno de 22 °C, contudo, em determinados períodos do verão, os registros térmicos podem ultrapassar os 32 °C, combinando-se com baixos índices de umidade relativa do ar, o que agrava a sensação térmica e impõe desafios ao conforto dos animais.

Foram selecionados 20 ovinos machos da raça Dorper, conhecidos por sua rusticidade e boa adaptabilidade a ambientes áridos e semiáridos. Todos os animais estavam clinicamente saudáveis, com idade média de 18 meses e peso corporal aproximado de 70 kg no início do experimento.

A Fase 1, denominada climatização natural, teve duração de 22 dias, sendo caracterizada pela ventilação natural do ambiente, sem interferência de sistemas artificiais de resfriamento. Já a Fase 2, com duração de 43 dias, consistiu na climatização evaporativa, utilizando-se um sistema de resfriamento adiabático composto por painéis evaporativos acoplados a exaustores, que promoviam redução da temperatura do ar e elevação da umidade relativa no interior das baias.

Durante ambas as fases, os animais permaneceram no mesmo local, e os manejos de alimentação, fotoperíodo e limpeza das instalações foram padronizados para garantir que as variações observadas fossem atribuídas predominantemente às condições microclimáticas e não a outros fatores externos. A ordem das fases foi definida com base na condição climática natural da época, sendo a Fase 1 realizada em período anterior à instalação dos sistemas evaporativos, o que refletiu uma transição realista entre as condições ambientais enfrentadas em sistemas de produção semiáridos.

2.3 Metodologia da pesquisa

Durante o período experimental, foram monitoradas variáveis fisiológicas (temperatura retal – TR e frequência respiratória – FR), ambientais (temperatura do ar – TAR e umidade relativa – UR) e térmicas superficiais obtidas por termografia infravermelha, incluindo a temperatura do globo ocular (TGO), do dorso (TD), da superfície superior (TESUP) e inferior (TEINF). As coletas foram realizadas em três horários (às 10h, 14h e 18h).

As imagens térmicas foram obtidas com câmera infravermelha calibrada com emissividade de 0,98 e resolução de 320×240 pixels. Os dados ambientais foram coletados por sensores digitais instalados nas baias. Todos os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, normalizados e processados estatisticamente. Inicialmente, aplicou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) para redução de dimensionalidade e identificação das variáveis mais representativas. Posteriormente, foi realizada a análise de agrupamento do tipo K-means, com base na técnica do cotovelo (Elbow Method) para definição do número ótimo de grupos. Os clusters obtidos foram analisados quanto às médias de TR e FR, permitindo a caracterização de zonas fisiológicas: conforto, alerta e estresse térmico. As análises foram conduzidas no software R (versão 4.3.1), utilizando os pacotes "factoextra", "stats" e "ggplot2".

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas fisiológicas e ambientais dos ovinos Dorper submetidos às fases de climatização natural e evaporativa revelaram contrastes significativos em seus comportamentos térmicos. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo) e o coeficiente de variação (CV%) das principais variáveis monitoradas nas duas fases do experimento.

Observou-se que a climatização evaporativa resultou em reduções expressivas na frequência respiratória (FR) — com média de 64,57 mov/min e CV de 13,8% — e na temperatura retal (TR), cuja média foi de 39,09 °C e CV de 0,5%. Na fase de climatização natural, os valores médios de FR e TR foram significativamente superiores (126,7 mov/min com CV de 18,3%, e 39,45 °C com CV de 0,9%, respectivamente), indicando maior ativação dos mecanismos termorregulatórios em resposta ao estresse térmico.

Além disso, a temperatura do ar (TAR) foi, em média, 2,18 °C inferior na fase evaporativa, enquanto a umidade relativa (UR) apresentou aumento de 11,5%, atingindo 75,65% com CV de 7,5%. Esses resultados indicam que o sistema de climatização evaporativa promoveu condições ambientais mais estáveis e adequadas ao conforto térmico animal. Os coeficientes de variação das variáveis ambientais em ambas as fases foram, em sua maioria, baixos ou moderados (<20%), refletindo boa homogeneidade nas condições experimentais.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis fisiológicas e ambientais de ovinos Dorper.

Variável	Fase	Média	Desvio Padrão	CV (%)
FR (mov/min)		126,70	23,25	18,35
TAR (°C)		26,76	2,17	8,11
TD (°C)		31,41	2,26	7,20
TEINF (°C)		30,02	1,24	4,13
TEMED (°C)	Natural	31,02	1,20	3,87
TESUP (°C)		31,85	1,10	3,45
TGN (°C)		29,96	4,74	15,82
TGO (°C)		35,76	0,68	1,90
TR (°C)		39,45	0,34	0,86
UR (%)		64,16	7,11	11,08
FR (mov/min)		64,57	8,92	13,81
TAR (°C)		24,58	1,82	7,40
TD (°C)		28,33	1,66	5,86
TEINF (°C)		30,53	0,83	2,72
TEMED (°C)	Evaporativa	31,22	0,83	2,66
TESUP (°C)		31,78	0,82	2,58
TGN (°C)		26,63	3,53	13,26
TGO (°C)		34,79	0,70	2,01
TR (°C)		39,09	0,21	0,54
UR (%)		75,65	5,66	7,48

Nota: FR: frequência respiratória (movimentos por minuto); TAR: temperatura do ar (°C); TD: temperatura do dorso (°C); TEINF: temperatura da superfície inferior (°C); TEMED: temperatura média corporal (°C); TESUP: temperatura da superfície superior (°C); TGN: temperatura do globo negro (°C); TGO: temperatura do globo ocular (°C); TR: temperatura retal (°C); UR: umidade relativa do ar (%).

Fonte: Elaborado pelos autores com os dados da pesquisa (2025).

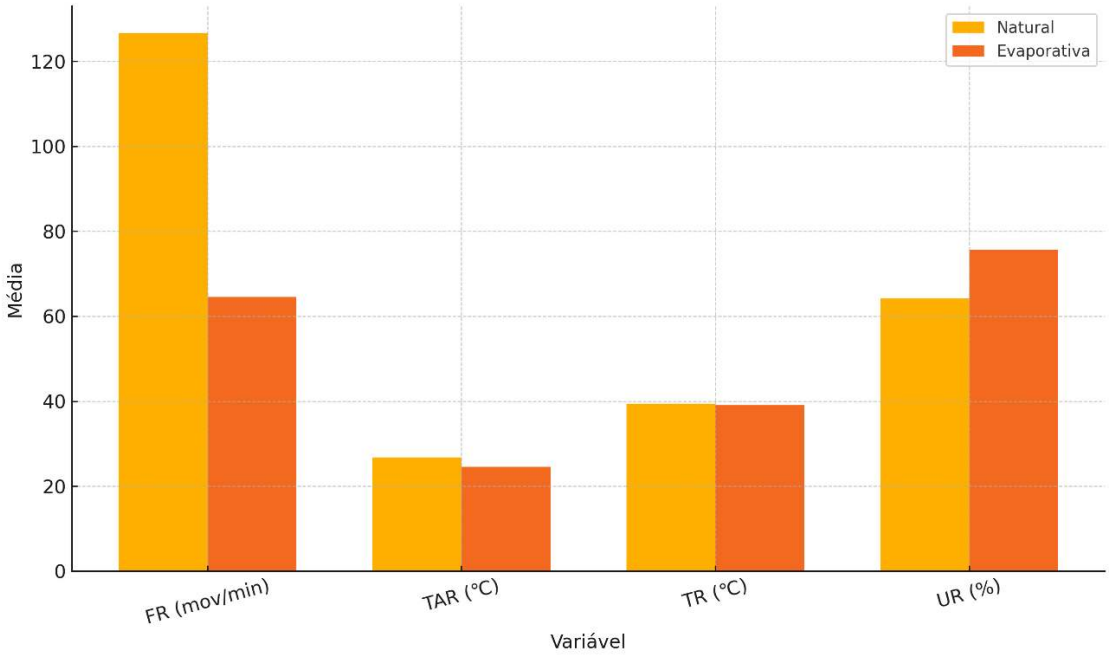
Além disso, a temperatura do ar (TAR) foi, em média, 2,18 °C inferior na fase evaporativa, enquanto a umidade relativa (UR) apresentou aumento de 11,5%, atingindo 75,65% com CV de 7,5%. Esses resultados indicam que o sistema de climatização evaporativa promoveu condições ambientais mais estáveis e adequadas ao conforto térmico animal. Os coeficientes de variação das variáveis ambientais em ambas as fases foram, em sua maioria, baixos ou moderados (<20%), refletindo boa homogeneidade nas condições experimentais.

O uso do CV como métrica complementar permitiu avaliar a estabilidade dos dados entre as fases. Por exemplo, a TESUP apresentou CV inferior a 3,5% nas duas fases, indicando consistência da variável como preditora térmica superficial. Em contrapartida, variáveis como TGN (temperatura do globo negro) apresentaram

CVs mais elevados, próximos ou acima de 15%, sugerindo maior variabilidade individual nesta medida. Essas diferenças nos coeficientes de variação contribuem para a identificação de parâmetros mais robustos para o monitoramento do conforto térmico.

Complementarmente, a partir da comparação gráfica das médias das principais variáveis fisiológicas e ambientais (Figura 1), nota-se que os valores de FR e TR foram consideravelmente mais elevados na climatização natural, enquanto os níveis de UR foram superiores na fase evaporativa. Esses resultados sugerem maior ativação dos mecanismos termorregulatórios durante a exposição ao ambiente natural, corroborando estudos como os de De *et al.* (2017) e Perano *et al.* (2022), que indicam que a climatização evaporativa pode mitigar os efeitos do calor em pequenos ruminantes, melhorando sua estabilidade fisiológica.

Figura 1 – Médias da frequência respiratória (FR), temperatura do ar (TAR), temperatura retal (TR) e umidade relativa (UR) dos ovinos Dorper sob climatização natural e evaporativa.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados experimentais (2025).

Em seguida, aplicou-se a Análise de Componentes Principais (ACP), visando identificar padrões de variabilidade nos dados e reduzir a dimensionalidade do conjunto de variáveis. Os dois primeiros componentes principais explicaram 76,11% da variância total, demonstrando forte capacidade de síntese estatística. As variáveis TR, FR, UR e TESUP apresentaram as maiores contribuições para a variância dos componentes, refletindo sua importância na resposta fisiológica dos ovinos às condições ambientais.

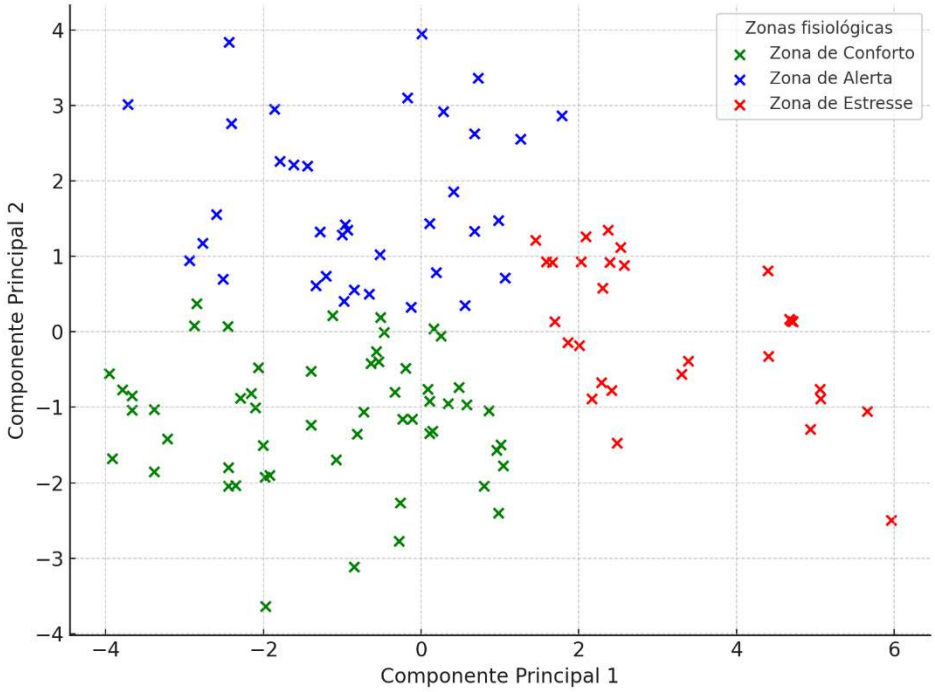
A partir dos escores da ACP, realizou-se a análise de agrupamento K-means, que permitiu classificar os animais em três grupos fisiológicos distintos, os quais foram denominados como Zona de Conforto, Zona de Alerta e Zona de Estresse Térmico. A Figura 2 ilustra a distribuição dos indivíduos no plano formado pelos dois primeiros componentes, destacando a separação clara entre as zonas fisiológicas.

A Zona de Conforto (verde) compreendeu indivíduos com menores médias de TR e FR e maior UR, indicando condições ambientais mais favoráveis.

A Zona de Alerta (azul) apresentou valores fisiológicos intermediários, sugerindo uma fase de transição entre equilíbrio e estresse térmico.

A Zona de Estresse (vermelho) agrupou os animais com FR superiores a 100 mov/min e TR acima de 39,5 °C, ultrapassando os limites fisiológicos recomendados para ovinos sob calor excessivo, conforme estabelecido por Marai *et al.* (2007) e Silanikove (2000).

Figura 2 – Dispersão dos indivíduos no espaço PC1 x PC2 com agrupamento (K-means).



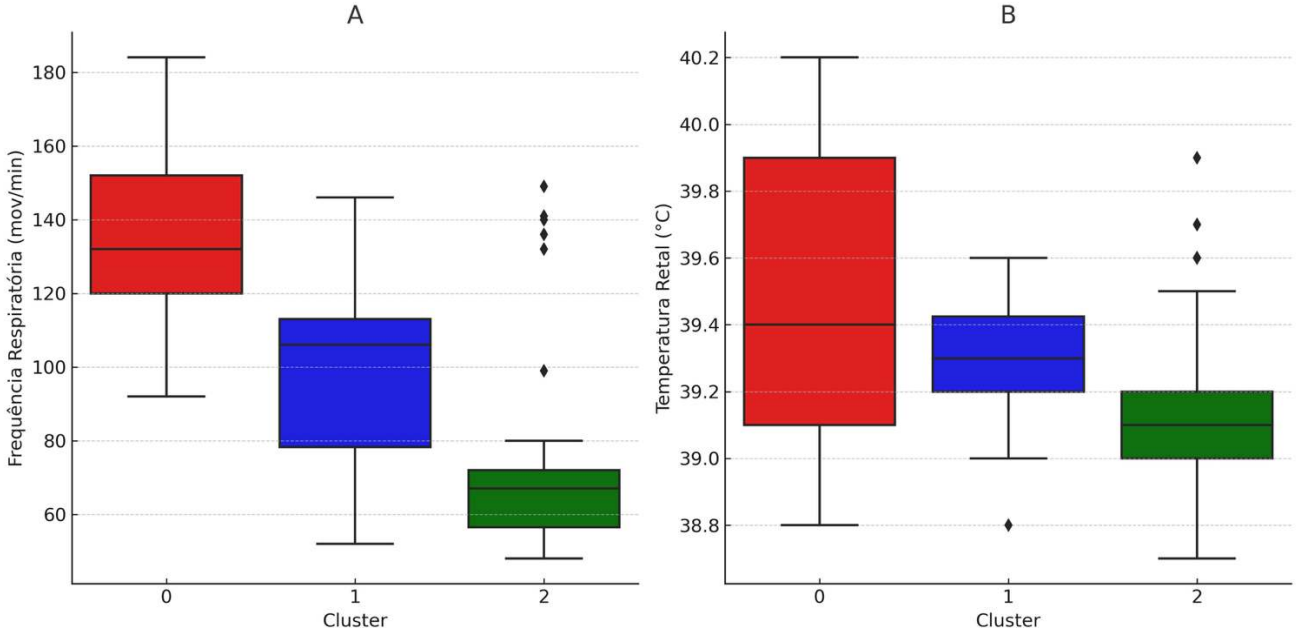
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados experimentais (2025).

A robustez da classificação obtida por meio da análise de agrupamento foi amplamente corroborada pelas Figuras 3A e 3B, que ilustram a distribuição da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) entre as zonas fisiológicas estabelecidas. As diferenças entre os grupos são estatisticamente evidentes, com destaque para a clara separação entre a Zona de Conforto e a Zona de Estresse. Animais classificados na Zona de Estresse apresentaram valores substancialmente mais elevados de FR e TR, enquanto os da Zona de Conforto exibiram respostas fisiológicas mais estáveis e compatíveis com condições ambientais menos desafiadoras. Esses padrões confirmam a sensibilidade de FR e TR como biomarcadores confiáveis na identificação de desconforto térmico em ovinos.

Tal constatação está em consonância com a literatura, que reconhece essas variáveis como indicadoras diretas da sobrecarga térmica em ruminantes, especialmente em regiões de clima quente e seco (Marai et al., 2007;

Silanikove, 2000). Assim, a análise gráfica das distribuições reforça não apenas a validade da segmentação realizada, mas também a aplicabilidade prática desses indicadores no monitoramento do bem-estar térmico animal.

Figuras 3A e 3B – Distribuição da frequência respiratória (A) e da temperatura retal (B).



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados experimentais (2025).

Valores de frequência respiratória (FR) superiores a 100 movimentos por minuto e temperatura retal (TR) acima de 39,5 °C foram predominantes na Zona de Estresse, ultrapassando os limiares fisiológicos considerados seguros para ovinos em ambientes de clima quente e seco (Marai *et al.*, 2007; Silanikove, 2000). Esses resultados evidenciam a sensibilidade dessas variáveis como indicadores confiáveis de desconforto térmico.

Dentre as variáveis analisadas, destaca-se a temperatura da superfície superior (TESUP), mensurada por termografia infravermelha, que apresentou elevado poder discriminante entre os grupos fisiológicos. Reconhecida como um dos preditores térmicos superficiais mais consistentes, a TESUP mostrou-se eficaz na detecção precoce de sobrecarga térmica, como relatado por McManus *et al.* (2016) e Martello *et al.* (2015). A utilização da termografia como tecnologia não invasiva e de resposta rápida reforça seu potencial para aplicações em tempo real, especialmente em ambientes com elevada variabilidade térmica.

Nesse contexto, a abordagem estatística integrada de Análise de Componentes Principais (ACP) e K-means mostrou-se eficiente para a segmentação de perfis fisiológicos em diferentes condições microclimáticas, permitindo a construção de zonas de conforto, alerta e estresse térmico com base em dados objetivos. Essa classificação multivariada oferece suporte prático para decisões de manejo ambiental, destacando-se como uma ferramenta promissora para a pecuária de precisão em regiões semiáridas. Estratégias como essas, quando associadas ao sensoriamento remoto e ao monitoramento térmico contínuo, têm o potencial de melhorar significativamente o bem-estar animal, conforme apontam Salama *et al.* (2022), Perano *et al.* (2022) e De *et al.* (2017).

Essas análises reforçam a consistência metodológica do experimento e contribuem para a identificação de variáveis mais sensíveis à mudança nas condições microclimáticas. A combinação entre estatística descritiva e coeficientes de variação é, portanto, estratégica para a seleção de indicadores fisiológicos confiáveis e estáveis em estudos de conforto térmico animal.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a climatização evaporativa foi eficaz na mitigação do estresse térmico em ovinos Dorper, promovendo melhorias significativas nas condições ambientais e nas respostas fisiológicas dos animais. A redução da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) sob esse sistema confirma a sua aplicabilidade em regiões semiáridas, onde o desconforto térmico representa um desafio constante para a produção animal.

A aplicação de técnicas estatísticas multivariadas, como a Análise de Componentes Principais (ACP) e a análise de agrupamento K-means, permitiu identificar padrões de resposta fisiológica e construir zonas fisiológicas de conforto, alerta e estresse térmico. A variável TESUP, obtida por termografia infravermelha, destacou-se como um indicador confiável e sensível à sobrecarga térmica superficial.

Essas evidências reforçam a importância da integração entre sensoriamento térmico e análises estatísticas na formulação de estratégias de manejo ambiental mais eficazes. A abordagem proposta contribui para o avanço da pecuária de precisão e para o aprimoramento do bem-estar animal, especialmente em ambientes com alta variabilidade climática.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Agradeço especialmente aos proprietários da propriedade em Garanhuns, PE, pela cessão do espaço para a realização do experimento, e aos técnicos envolvidos na coleta e análise dos dados. Registro meu agradecimento à CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de estudo que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador, familiares e amigos, pela paciência e incentivo durante todo o percurso.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Andreza Malena Guedes da Costa Silva: elaboração do projeto, coleta e análise dos dados, redação do manuscrito.

Todos os autores aprovaram a versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

De, K.; Kumar, D.; Singh, A. K. *et al.* (2017). Effect of protection against hot climate on growth performance, physiological response and endocrine profile of growing lambs under semi-arid tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, 49, 1317–1323. https://doi.org/10.1007/s11250-017-1307-7.

Gaughan, J. B.; Mader, T. L.; Holt, S. M.; Lisle, A. A new heat load index for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 86, n. 1, p. 226–234, 2008. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0305.

Jolliffe, I. T. (2002). *Principal component analysis*. 2. ed. New York: Springer. (Springer Series in Statistics).

Marai, I. F. M.; El-Darawany, A. A.; Fahmy, M. H.; El-Marai, M. K. (2017). Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review. *Small Ruminant Research*, 71 (1–3), 1–12. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003.

Martello, L. S. *et al.* (2015). *Termografia infravermelha como técnica de avaliação da temperatura superficial de bovinos mantidos em ambiente tropical*. Embrapa Pecuária Sudeste, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 1. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1030935.

Mcmanus, C. *et al.* (2016). Infrared thermography in animal production: An overview. *Computers and Electronics in Agriculture,* 123, 10–16. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.01.027.

Perano, K. M. *et al.* (2022). Heat stress resilience in small ruminants: integrating physiology, genetics and management. *Small Ruminant Research*, 214. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106746.

POLLI, V. A. *et al.* (2020). Avaliação da temperatura corporal de ovinos por termografia infravermelha em condições tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 21, e151, 1–12. https://doi.org/10.1590/S1519-99402020000100010.

Salama, A. A. K. *et al.* (2022). Heat stress in small ruminants: Physiological responses, nutritional strategies and sustainable practices. *Animal Feed Science and Technology*, 285, 115223. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115223.

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67 (1–2), 1–18. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7.