



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURAS DE TEGUMENTOS DE OVINOS
MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

TACILA RODRIGUES ARRUDA

CAMPINA GRANDE – PB

JULHO - 2023

TACILA RODRIGUES ARRUDA

**CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURAS DE TEGUMENTOS DE OVINOS
MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Dr. José Pinheiro Lopes Neto

Orientador: Dr. Dermeval Araújo Furtado

*Área de Concentração: Construções Rurais e
Ambiência*

CAMPINA GRANDE – PB

JULHO – 2023

A779c

Arruda, Tacila Rodrigues.

Características e estruturas de tegumento de ovinos mantidos em ambiente controlado / Tacila Rodrigues Arruda. - Campina Grande, 2025. 45 f.

Monografia (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2023.

"Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado, Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto."

Referências.

1. Engenharia Agrícola. 2. Ambiência Animal. 3. Bem-Estar Animal. 4. Bioclimatologia. 5. Histologia. 6. Ovinocultura. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Lopes Neto, José Pinheiro. III. Título.

CDU 631.6(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

TACILA RODRIGUES ARRUDA

CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURAS DE
TEGUMENTO DE OVINOS MANTIDOS EM
AMBIENTE CONTROLADO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola como
pré-requisito para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 19/07/2023

Dermeval Araújo Furtado - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

José Pinheiro Lopes Neto - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Jose Wallace Barbosa do Nascimento - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Neila Lidiany Ribeiro - Examinador(a) Externo(a) - INSA

Nagela Maria Henrique Mascarenhas - Examinador(a) Externo(a) - INSA



Documento assinado eletronicamente por **Neila Lidiany Ribeiro, Usuário Externo**, em 24/07/2023, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE PINHEIRO LOPES NETO, COORDENADOR(A) ADMINISTRATIVO(A)**, em 24/07/2023, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nágela Maria Henrique Mascarenhas, Usuário Externo**, em 24/07/2023, às 10:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **DERMEVAL ARAUJO FURTADO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 25/07/2023, às 08:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 28/08/2023, às 09:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3607377** e o código CRC **B1844A6D**.

Referência: Processo nº 23096.051762/2023-52

SEI nº 3607377

À minha companheira de vida, **Bruna Lyz**, por toda paciência, amor e dedicação durante todos os dias e principalmente nos momentos difíceis. Sem esse amor, comprometimento, carinho e dedicação, nada disso seria possível. Serei eternamente grata por todo amor e apoio recebido.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por guiar meus passos durante toda a minha vida, iluminando-me e me concedendo discernimento a cada escolha a ser feita. Bem como, por me fortalecer nos momentos mais difíceis desta jornada.

Aos meus pais, **Maria do Socorro e Alexandre**, por terem me concedido a vida e por terem me incentivado e apoiado, fazendo o possível e impossível para que eu pudesse conquistar este título.

Aos meus colegas e amigos **Aline, Jessica, Ingrid, Yokine, Ricardo, John, Airton, Calixto e Edijanio** por todo apoio e amizade.

À **Universidade Federal de Campina Grande** e ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola** que tornaram a conquista desta titulação possível.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES** pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos docentes do **PPGEA**, por todo apoio e conhecimento e por estarem sempre dispostos a ajudar e contribuir para que esse trabalho fosse realizado.

Aos meus orientadores, **Professores Doutores José Pinheiro Lopes Neto e Dermeval Araújo Furtado** pela orientação, compreensão, e todo apoio dado na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. **Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento**, que se fez presente em vários momentos importantes no decorrer do curso e por participar da banca examinadora e contribuir com este trabalho.

À Profa. **Dra. Neila Lidiany Ribeiro** por todo apoio e incentivo durante a minha jornada no mestrado, e por participar da minha banca de qualificação e defesa.

À Profa. **Dra. Nágela Maria Henriques Mascarenhas**, por todo apoio e incentivo, e por participar da banca examinadora.

Aos **funcionários e servidores** da Universidade Federal de Campina Grande, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

À **Universidade Federal da Paraíba** e ao **Laboratório de Histologia** por permitir que fossem feitas as análises em suas dependências.

Ao Prof. **Dr. Ricardo Romão Guerra** por permitir a utilização do laboratório e contribuir com a metodologia da dissertação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

*“Eu agradeço pela vida e a coragem
Ao Universo pela oportunidade
E a minha vida eu dedico com amor
Ao sonho vivo da nossa humanidade”
(Apolo Quetzal*

SUMÁRIO

Lista de tabelas	11
Lista de siglas e abreviaturas	12
Resumo geral	13
General Abstract	14
Capítulo 1 - Características e estruturas do tegumento de ovinos mantidos em temperaturas termoneutras e em estresse térmico: revisão da literatura.....	15
1. Mudanças climáticas	16
2. Ovinos crioulos deslanados.....	17
3. Estresse térmico	19
4. Variáveis fisiológicas	21
5. Características das estruturas do tegumento	21
Referências	24
Capítulo 2 - Características e estruturas do tegumento de ovinos mantidos em temperaturas termoneutras e em estresse térmico	30
Resumo	31
Abstract	31
Introdução	32
Material e métodos	33
Animais e manejo	33
Câmara climática	33
Análise do tegumento	34
Análise do pelame	35
Análise estatística	35
Resultados	36
Discussão	39
Conclusão	41
Referências	42

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Áreas de glândulas sebáceas, quantidade de glândulas sudoríparas, espessura da epiderme e porção queratinizada, quantidade de pelos primários e secundários, segundo raças de ovinos (Santa Inês, Soinga, Morada Nova e Sem Padrão Racial Definido) submetidos à diferentes temperaturas (20,0, 24,0, 28,0, 32,0, e 36,0 °C).	38
Tabela 2 Características dos pelos de ovinos mantidos em ambiente controlado com diferentes temperaturas (20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0 °C).	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
ARCO	Associação brasileira de criadores de ovinos
CAPES	Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior
CEP	Comitê de ética em pesquisa
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DP	Desvio padrão
EPM	Erro padrão da média
GD	Glândula(s)
LACRA	Laboratório de construções rurais e ambiência
MAPA	Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento
MN	Morada Nova
POR.QUERAT	Porção queratinizada
PPGEA	Programa de pós-graduação em engenharia agrícola
RC	Raça
RE	Região corporal
SI	Santa Inês
SO	Soinga
SPRD	Sem padrão racial definido
TE	Temperatura
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
ZCT	Zona de conforto térmico

ARRUDA, Tacila Rodrigues. 2023. **CARACTERÍSTICAS E ESTRUTURAS DE TEGUMENTOS DE OVINOS MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO.**

Dissertação de mestrado (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023. 45 páginas.

RESUMO

O estresse térmico pode interferir negativamente no bem-estar animal, afetando significativamente a produção dos animais e, seus tegumentos e características estruturais estão diretamente relacionadas à adaptabilidade às condições climáticas à que estão expostos. Objetivou-se avaliar a variação na morfologia das estruturas do tegumento e do pelame de ovinos deslanados nativos, submetidos a diferentes condições ambientais em câmara climática e ambientes controlados. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados das raças Soinga, Morada Nova, Santa Inês, Sem Padrão Racial Definida (SPRD), sendo seis de cada raça, com idade média de cinco meses (DP = 0,5 meses) e peso médio de 25,0 kg (DP = 3,6Kg). Os animais foram expostos por 12h contínuas (de 06 h às 18h), durante 15 dias consecutivos, em cada um dos tratamentos (temperaturas de 20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0 °C). As características do tegumento estudadas foram a área da epiderme (μm^2) e porção queratinizada (μm^2), área de glândulas sebáceas (μm^2) e quantidade de glândulas sudoríparas e quantidade de folículo piloso (primário e secundário) por unidade de área (cm^2). As amostras das lâminas foram analisadas à microscopia de luz a partir de fotomicrografias feitas por um microscópio com câmera acoplada realizadas no Laboratório de Histologia da Universidade Federal da Paraíba através do software Motic Images Plus 2.0, a partir de fotomicrografias feitas por um microscópio com câmera acoplada. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial duplo (temperaturas x raças) com 6 repetições, sendo os dados submetidos à análise de variância (ANOVA), e a média comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância usando o PROC GLM do software SAS®. A área de glândula sebácea foi significativamente maior para a raça Morada Nova e sofreu efeito das altas temperaturas, com uma elevação de 67,9% entre as temperaturas de 20,0 e 36,0°C na média da área dessas glândulas. A espessura da epiderme elevou-se na temperatura de 36,0°C, principalmente na raça Morada Nova. O tamanho do pelo, quantidade média de pelos e a densidade numérica de pelos foram menores para a raça Morada Nova. A raça Morada Nova demonstrou uma melhor adaptação ao estresse térmico, modificando a estrutura do pelame e a estrutura morfológica da pele.

Palavras-chave: Ambiência Animal. Bem-estar Animal. Bioclimatologia. Histologia. Ovinocultura.

ARRUDA, Tacila Rodrigues., 2023. **CHARACTERISTICS AND STRUCTURES OF THE INTEGUMENTS OF SHEEP KEPT IN A CONTROLLED ENVIRONMENT.** Master's thesis (Master's in Rural Constructions and Ambience) – Federal University of Campina Grande, Campina Grande, 2023. 45 pages.

ABSTRACT

Thermal stress can negatively interfere with animal welfare, significantly affecting animal production. Their integuments and structural characteristics are directly related to adaptability to the climatic conditions to which they are exposed. This study aimed to evaluate variations in the morphology of the integument and fleece structures of native hair sheep subjected to different environmental conditions in a climate chamber and controlled environments. A total of 24 uncastrated male sheep from the Soinga, Morada Nova, Santa Inês, and Non-Defined Racial Pattern (SPRD) breeds were used, with six individuals from each breed, averaging five months of age (SD = 0.5 months) and an average weight of 25.0 kg (SD = 3.6 kg). The animals were exposed for 12 continuous hours (from 6:00 AM to 6:00 PM) over 15 consecutive days in each treatment (temperatures of 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, and 36.0°C). The integument characteristics studied included epidermal area (μm^2) and keratinized portion (μm^2), sebaceous gland area (μm^2), number of sweat glands, and number of hair follicles (primary and secondary) per unit area (cm^2). The histological samples were analyzed under light microscopy using photomicrographs taken with a camera-equipped microscope at the Histology Laboratory of the Federal University of Paraíba, using the Motic Images Plus 2.0 software. The experimental design was a completely randomized design (CRD) in a factorial scheme (temperature $\times$ breed) with six replications. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means were compared using Tukey's test at a 5% significance level, employing the PROC GLM procedure of SAS® software. The sebaceous gland area was significantly larger in the Morada Nova breed and was affected by high temperatures, showing a 67.9% increase between 20.0 and 36.0°C in the average gland area. Epidermal thickness increased at 36.0°C, particularly in the Morada Nova breed. Hair length, average hair count, and numerical hair density were lower in the Morada Nova breed. The Morada Nova breed demonstrated better adaptation to thermal stress by modifying fleece structure and skin morphology.

Keywords: Animal Environment. Animal Welfare. Bioclimatology. Histology. Sheep Farming.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO TEGUMENTO DE OVINOS: REVISÃO DA LITERATURA

1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas são evidentes há décadas, sendo mais importantes a partir de 1990 e, consideradas um desequilíbrio climático de longo prazo, resultando em alterações nas temperaturas do ar, velocidade do vento, nível do mar, características pluviométricas, fauna, flora, entre outras (Bernabucci *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2012; Mascarenhas *et al.*, 2023a; Mascarenhas *et al.*, 2023b). Além disso, essas alterações podem impactar diretamente os sistemas de criação animal, onde uma de suas principais influências será no estresse térmico, principalmente em países em desenvolvimento e que podem sofrer consequências mais extremas e perdas diante desse cenário, devido as condições econômicas somadas às climáticas (Pimentel *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2012).

É importante ressaltar que os prejuízos das mudanças climáticas são negativamente significativos e ameaçam criações, ecossistemas e espécies em volta da terra e, por isso, é preciso que haja mudanças no manejo de criação de animais, caso contrário, podem ocorrer muitas perdas e ônus financeiro (Pimentel *et al.*, 2011; Leite *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2018).

Embora estudos já tenham sido realizados em países desenvolvidos acerca das diferentes consequências do estresse térmico em relação a saúde, produção e reprodução animal, precisa-se ampliar as pesquisas de como haverá a adaptação desses animais à essas rápidas alterações climáticas, para que eles continuem produzindo, reproduzindo e com o seu bem-estar assegurado, portanto é preciso que pesquisas sejam continuamente realizadas para trazer novas evidências que possam direcionar esse processo (Pimentel *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2012).

Ademais, o clima pode afetar as quatro grandes áreas da produção animal: produção e preço de grãos, produção e qualidade de pastagens, crescimento e reprodução animal, saúde e distribuição de doenças e parasitas, sendo que essa última pode ser um agravante, pois altas temperaturas são consideradas mais adequadas para a multiplicação e sobrevivência de patógenos, além de o próprio estresse térmico já poder ter influência negativa sobre a imunidade dos animais, ou seja, a distribuição geográfica de doenças também pode sofrer modificações (Pimentel *et al.*, 2011).

Regiões tropicais podem sofrer mais intensamente com as mudanças climáticas, podendo resultar, inclusive, na transferência de animais entre regiões para que eles tenham o desempenho zootécnico adequado. No Brasil, por vezes, também é necessário intervir no ambiente natural e deixá-lo adequado para ser possível realizar o melhor manejo possível (Pimentel *et al.*, 2011).

Nas regiões tropicais, as temperaturas são mais elevadas e, por isso, a diferença de temperatura entre o ambiente e a superfície do animal é pequena ou até mesmo negativa, fazendo com que o diferencial de pressão de vapor seja levado em consideração ao invés do diferencial de temperatura (Silva & Maia, 2011). Dessa forma, a capacidade de resfriamento dos animais depende do nível evaporativo das superfícies respiratórias e cutâneas, sendo a taxa de evaporação cutânea consideravelmente maior que a respiratória (Silva & Maia, 2011).

2. OVINOS CRIoulos DESLANADOS

A ovinocultura está em processo de crescimento constante no Brasil e no mundo, principalmente por se tratar de pequenos ruminantes, capazes de se adaptar à distintas condições climáticas devido às suas características genéticas, sendo algumas resultantes da seletividade natural que sofreram ao longo do tempo (Santos *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2023).

Os pequenos ruminantes são críticos para a segurança alimentar e meios de subsistência, especialmente em ambientes climáticos extremamente estressantes e diversos, sendo que as raças tropicais são mais adaptáveis a climas quentes do que as raças temperadas de alta produção e, a seleção de raças termotolerantes através da identificação de características genéticas para adaptação a condições ambientais extremas (alta temperatura, escassez de ração, escassez de água), é uma estratégia viável para combater as mudanças climáticas e minimizar o impacto na produção e bem-estar de pequenos ruminantes (Joy *et al.*, 2020).

O tamanho corporal comparativamente pequeno dessas espécies, o baixo consumo de água e requisitos de ração, boa taxa de conversão alimentar e a capacidade de converter ração de baixa qualidade em produtos de qualidade são características positivas (Silanikove & Koluman, 2015). As raças nativas, crioulas ou locais, são resultantes de cruzamentos aleatórios e da seletividade natural que ocorreu durante sua vivência em ambientes com condições climáticas diferentes e que hoje determinam os padrões das raças (Eustáquio Filho *et al.*, 2011; Dantas *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2023).

2.1 Santa Inês

Atualmente é uma das raças de ovinos deslanados mais difundidas no Brasil, sendo registrada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 1978, portanto já existindo há mais de quatro décadas e, foi desenvolvida em ambiente semiárido através do cruzamento das raças Bergamácia, Morada Nova, Somalis e outros ovinos sem padrão de raça definida (SPRD), sendo que suas pelagens incluem o vermelho, branco, castanho, preto, chitado de preto e branco ou vermelho e branco (EMBRAPA, 2016).

São bem adaptadas às regiões mais quentes e são mais resistentes a alguns tipos de parasitas gastrointestinais e, essas vantagens genéticas favorecem a sua participação em programas de melhoramento genético, por isto tem sido ótima opção na produção de carne para todas as regiões tropicais do Brasil, inclusive as regiões semiáridas (EMBRAPA, 2016). Lins *et al.* (2020) citam que ovelhas Santa Inês possuem mecanismos de dissipação de calor em função dos diferentes genótipos associados às cores da pelagem, mas possuem os mesmos aspectos termorreguladores para manter a homeostase, demonstrando um excelente mecanismo adaptativo em ambiente quente.

2.2 Soinga

Originária do Estado do Rio Grande do Norte, essa raça é resultado do cruzamento entre Morada Nova, Somalis Brasileira e Bergamácia brasileira, sendo bem adaptada ao semiárido, é um ovino de porte médio, deslanado e prolífero, sendo considerada uma raça nobre, com carne marmorizada e saborosa (Medeiros *et al.*, 2023).

Quanto a sua pelagem é predominantemente branca, com cabeça preta e uma entrada triangular branca pela nuca até a linha dos olhos, extremidade do focinho branca e mancha preta única no tórax (Medeiros *et al.*, 2023). Segundo Medeiros *et al.*, (2023) ao comparar-se as raças Soinga e Santa Inês, percebe-se que elas são igualmente resistentes ao estresse térmico e se adaptam igualmente às condições do semiárido. Souza *et al.* (2023) citam que os grupos genéticos Soinga e meio sangue Soinga possuem capacidade de manter a homeotermia, se adaptando bem as variações de temperatura e, que na época quente houve uma maior frequência respiratória nos animais, mas que a frequência cardíaca e temperatura retal não foram alterados e, os animais avaliados apresentaram alta capacidade de adaptação a temperaturas elevadas.

2.3 Morada Nova

A raça deslanada Morada Nova foi observada pela primeira vez no município de Morada Nova no estado do Ceará, no Nordeste brasileiro, no ano de 1937, sendo considerada patrimônio genético, histórico e cultural do Brasil e, apesar de ter sido observada neste ano, somente em 1977 é que foi oficialmente registrada com esse nome no MAPA. É uma raça de porte pequeno, prolífera, sexualmente precoce, apresenta habilidade materna e possui boas condições para se adaptar às condições climáticas do semiárido brasileiro (EMBRAPA, 2016).

Sua pelagem é vermelha, podendo se apresentar em um tom mais claro ou mais escuro, sendo a pelagem branca também reconhecida pela Associação Brasileira de Criadores Ovinos (ARCO), mas não a preta. Provavelmente, possui origens na Europa e na África, entretanto, suas características atuais demonstram que a raça sofreu interferência do meio ambiente (seletividade natural) e do homem (EMBRAPA, 2016).

2.4 Sem padrão de raça definida (SPRD)

No Brasil, os ovinos sem padrão de raça definida podem ser reconhecidos como ovinos crioulos ou ovinos naturalizados, os quais são muito importantes para o desenvolvimento da ovinocultura brasileira, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, já que são animais com fácil adaptabilidade à ambientes com altas temperaturas, como regiões de clima semiárido (Villela, 2025). Além dessa qualidade, os ovinos SPRD, ao longo do tempo, também adquiriram resistência a doenças parasitárias, resistência à ambientes com baixa disponibilidade de alimentação e água, além de serem mais rústicos, se comparados às outras raças supracitadas (Villela, 2025). Ainda assim, ao comparar o desempenho zootécnico dos ovinos SPRD com as raças retromencionadas, ele é inferior, mas se faz fundamental para a produção de subsistência em regiões de clima adverso (Villela, 2025).

Isso ocorre em função dos cruzamentos aleatórios que aconteceram no decorrer do tempo após a chegada dos colonizadores portugueses que trouxeram raças europeias. Dessa forma, as suas características possuem grande variabilidade, incluindo o pelame e o tegumento (Santos, 2025). O pelame tende a ser curto e fino com tegumento pigmentado e pouco coberto por pelos, o que colabora para a adaptabilidade às regiões mais quentes (Chagas *et al.*, 2025; Mascarenhas *et al.*, 2023a). Assim, o cruzamento de ovinos SPRD com ovinos da raça Santa Inês, por exemplo, traz grandes expectativas para o aumento do desempenho zootécnico, da produtividade e da adaptabilidade da ovinocultura em regiões de clima tropical e semiárido, como o Norte e Nordeste brasileiro (Santos, 2025).

3. ESTRESSE TÉRMICO

A pecuária vem enfrentando mundialmente as mudanças climáticas e, consequentemente, o estresse térmico e, esse enfrentamento requer recursos financeiros para reduzir o impacto negativo nos sistemas de criação, que vem se tornando um grande problema não só em países com regiões tropicais, mas também em países com regiões temperadas, onde temperaturas elevadas tem se tornado constante (Bernabucci *et al.*, 2010; Mirkena *et al.*, 2010).

A aclimação ao estresse térmico é uma tentativa de adaptar os animais e torná-los mais tolerantes a temperaturas elevadas, mas frequentemente isso pode reduzir o desempenho e comprometer a saúde, dessa forma é preciso ter cautela e levar em consideração ajustes fisiológicos, comportamentais, metabólicos, nutricionais e ambientais para reduzir queda na produção animal (Bernabucci *et al.*, 2010; Mirkena *et al.*, 2010; Leite *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2018).

Por isso é importante ampliar os conhecimentos sobre esses aspectos supracitados, bem como genéticos, pois algumas raças apresentam uma tolerância maior às temperaturas mais elevadas, enquanto outras não. As zonas de conforto térmico e de estresse térmico de cada raça devem ser conhecidas para evitar grandes perdas em sistemas de criação, mas também para nortear novos estudos que possam agregar novas possíveis técnicas ou conhecimentos (Bernabucci *et al.*, 2010). Dessa forma, será possível continuar atendendo às necessidades do mercado consumidor que, além de desejar um produto de qualidade, é exigente quanto a boa procedência e ao bem-estar animal (Neff *et al.*, 2018).

Em relação aos ajustes ambientais, como o uso do ar-condicionado, por exemplo, torna-se inviável financeiramente. Quanto à nutrição, muitas pesquisas estão sendo realizadas nesse âmbito e, para algumas espécies já existem possibilidade de incluir determinado nutriente ou substância na ração que será capaz de auxiliar na termorregulação, aumentando a tolerância a temperaturas mais altas e, até mesmo, reduzindo o custo do produtor com a ração convencional (Bernabucci *et al.*, 2010). O estresse térmico compromete toda uma cadeia produtiva (Bernabucci *et al.*, 2010; Leite *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2018) e, isso pode ser significativamente prejudicial à vida humana, que cresce exponencialmente e depende do produto dessa cadeia para se alimentar (Bernabucci *et al.*, 2010).

Uma boa alternativa para solucionar o estresse térmico é o melhoramento genético ou a busca por raças ou animais mais adaptados na tentativa de aumentar o limite da zona de conforto, de forma que ele passe a tolerar melhor a zona de estresse térmico. Entre os estressores físicos ambientais, a temperatura do ambiente é o mais importante (Bernabucci *et al.*, 2010; Mirkena *et al.*, 2010), embora outros fatores (nutricionais, químicos, físicos, psicológicos)

também possam ocasionar estresse e influenciar no desempenho zootécnico, a temperatura é o fator que precisa de mais atenção por ter um maior impacto na redução da produção animal (Leite *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2018).

4. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Muitos fatores influenciam as variáveis fisiológicas dos animais, fazendo com que elas possam sofrer alterações de acordo com o consumo de água e alimentos, digestão, sexo, idade, exercício, estação do ano, horário ao longo do dia, estágio fisiológico, condições climáticas, entre outros e, em relação as condições climáticas, uma das principais variáveis que pode afetar as variáveis fisiológicas dos ovinos é a temperatura ambiente (Lima *et al.*, 2010; Furtado *et al.*, 2017; Borges *et al.*, 2018; Lins *et al.*, 2020; Pulido-Rodriguez *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2023).

Dessa forma, temperaturas mais elevadas ou mais baixas podem gerar estresse térmico nos animais, influenciando diretamente no seu desempenho zootécnico, afetando suas variáveis fisiológicas, como aumento da frequência cardíaca e respiratória, temperatura retal e superficial, alterações nas funções endócrinas e diminuição do consumo de alimentos, promovendo um impacto negativo na produção de ovinos e no bem-estar animal (Marai *et al.*, 2007; McManus *et al.*, 2009; Alam *et al.*, 2011; Indu *et al.*, 2015; Hyder *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2023).

Entretanto, os ovinos são capazes de fazer a termorregulação de forma que conseguem suportar maiores variações de temperaturas, mesmo quando estão além da sua zona de conforto térmico (ZCT) recomendada, que é de 15 a 30°C, sendo assim, eles conseguem se adaptar bem em regiões áridas e semiáridas, as quais geralmente possuem temperaturas elevadas podendo alcançar mais de 35°C (Baêta & Souza, 2010; Dantas *et al.*, 2015; Pires *et al.*, 2015; Furtado *et al.*, 2017; Mascarenhas *et al.*, 2023a; Mascarenhas *et al.*, 2023b; Rodrigues *et al.*, 2023).

5. CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS DO TEGUMENTO

A adaptação dos animais às condições climáticas adversas está diretamente relacionada às características das estruturas do tegumento dos animais, por isso a superfície cutânea dos animais que vivem em regiões quentes ou frias são diferentes e, adequadas para exercer suas funções de acordo com as necessidades fisiológicas, por exemplo, em animais que vivem em

ambientes de temperaturas elevadas, as funções tegumentares podem atuar protegendo da radiação solar e da perda de água (Silva, 2008).

Entre os mamíferos uma das estruturas mais importantes do tegumento para a manutenção térmica é o pelame, pois funciona como uma barreira física importante para o isolamento térmico de acordo com o tipo de fibra (Silva, 2008), funcionando como protetor dos raios solares juntamente com a melanina dos pelos (localizada na extremidade basal dos folículos pilosos) e da epiderme (localizada na camada basal da epiderme). Isso é essencial para animais que vivem em regiões tropicais, pois eles são mais expostos aos raios solares, se comparados aos que vivem em regiões temperadas, salientando que a melanina é formada por melanócitos (células especializadas) (Silva *et al.*, 2001).

Diferentes mecanismos são responsáveis pela tolerância ao estresse térmico, incluindo pelagem e cor da pele, tamanho do corpo, distribuição de gordura, reações fisiológicas e não apenas o tipo de pelagem, sendo que a adaptação a ambientes quentes e não o tipo de pelagem em si que determina a capacidade de resistência do animal aos climas quentes, devido a modificações em vias essenciais como metabolismo energético, respostas fisiológicas e tamanho (McManus *et al.*, 2009). Leite *et al.* (2018) analisando a cor das pelagens de ovinos Morada Nova nas cores vermelho escuro, vermelho intermediário, vermelho claro e branco, citam que não houve diferenças nos animais de coloração vermelhas quanto à ativação dos mecanismos de termorregulação, mas que a pelagem branca apresentou diferentes respostas termorreguladoras, como a maior taxa de sudorese.

5.1 Pelame

O comprimento da pelagem, espessura e densidade do pelo podem afetar a capacidade adaptativa de animais em regiões tropicais, de forma que animais com pelos curtos, pele fina e número menor de pelos por unidade de área estão diretamente ligados à maior adaptabilidade a condições quentes (Mahgoub *et al.*, 2010).

O bulbo de um folículo piloso (invaginação na epiderme) não só envolve, como também é responsável por produzir os pelos através de células matriciais, os quais são estruturas queratinizadas (Junqueira & Carneiro, 2004; Eurell & Frappier, 2006). Os pelos são fundamentais para a termorregulação dos animais através do isolamento proporcionado pela barreira física, como também são responsáveis por acionar as trocas térmicas, ressaltando-se que essas características influenciam diretamente no ganho de peso, produção e reprodução dos animais (Silva, 2000) e, mesmo em região equatorial a aclimação fenotípica

em características morfológicas da superfície cutânea e características da pele podem modificar o isolamento térmico geral de raças ovinas (Amorim *et al.*, 2019).

Dessa forma, quanto menor for a densidade numérica de pelos, que é a quantidade de pelos por unidade de área, e quanto mais fina for a fibra do pelo (Mascarenhas *et al.*, 2017), maior será a capacidade de condução de energia térmica através da capa do pelame, pois isso aumenta a condução molecular através deles (Ribeiro *et al.*, 2015). Portanto, para ambientes com temperaturas mais quentes, o ideal é que os animais tenham pelame com pelos mais finos, como os ovinos SPRD e Santa Inês (Mascarenhas *et al.*, 2017). Além disso, vale ressaltar que, em locais com ausência de ar em movimento, a transferência de calor ocorre através da troca radiativa ou da convecção livre entre os pelos (Ribeiro *et al.*, 2015).

5.2 Pele

O maior órgão do corpo dos animais é a pele, responsável por vários processos fisiológicos, dentre eles, a termorregulação, sendo também é o órgão responsável por dividir o meio externo do meio interno, portanto crucial para a dissipação de calor, proteção contra raios solares e, principalmente, para a homeotermia (Silva *et al.*, 2010; Amorim *et al.*, 2019).

A pele é formada por duas camadas distintas, a derme e a epiderme, sendo que a derme nos animais herbívoros compreende as glândulas sudoríparas, sebáceas, músculo eretor do pelo e folículo piloso, além disso, é formada por fibras do tecido conjuntivo, elásticas, colágenas e reticulares (Dellmann & Brown, 1982). Já a epiderme é formada por tecido epitelial de revestimento, estratificado, pavimentoso e queratinizado (Dellmann & Brown, 1982).

Quanto às glândulas sudoríparas, existem dois tipos: merócrinas ou écrinas e apócrinas, sendo que entre os animais domésticos o tipo que é mais presente são as glândulas sudoríparas apócrinas, sendo tubulares simples com formato enovelado e lúmen mais largo, se comparadas aos outros tipos (Heath & Young, 2001; Sobotta, 2003).

Além disso, estão localizadas na derme reticular e a eliminação da secreção ocorre através dos ductos dos folículos pilosos, secretando um suor inodoro (até sofrer metabolização das bactérias da pele, após isso, o suor apresenta odor) e viscoso. É importante ressaltar que o que determina a classificação das glândulas sudoríparas é a forma como elas fazem a secreção, a qual acontece diretamente na pele ou através dos pelos. Por isso, sua distribuição pelas inúmeras partes do corpo não é necessariamente ligada aos pelos (Heath & Young, 2001; Sobotta, 2003).

Em relação as glândulas sudoríparas que compõem a derme dos animais, possuem a função de produzir suor, onde o produto dessa produção dependerá da quantidade de glândulas que estão em funcionamento nos animais, portanto a quantidade de glândulas sudoríparas por unidade de área influencia diretamente na produção de suor. Além disso, frequentemente, a densidade numérica de glândulas sudoríparas nos animais é maior quando eles estão continuamente sob temperaturas elevadas (Amorim *et al.*, 2019).

Ademais, quando os animais estão sob altas temperaturas, eles podem atingir a capacidade máxima de sudação, pois aumenta a vasodilatação periférica, bem como a vascularização na derme e epiderme, fazendo com que também aumente o estímulo das glândulas sudoríparas e, conseqüentemente, sua produção e secreção de suor. Vale ressaltar que a taxa de sudação também pode variar de acordo com as características da capa do pelame, pois quanto mais estreita for a capa do pelame, maior será a taxa de sudação. Além disso, entre as regiões do corpo, a variação da taxa de sudação pode alcançar 300%, a qual é frequentemente maior no flanco (Schelger & Turner, 1965; Schleger & Bean, 1971; Silva, 2000).

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. M.; HASHEM, M. A.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M.; HAQUE, M. R. Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. **Progressive Agriculture**, v. 22, p. 37-45, 2011.
- AMORIM, M. L. C. M.; SILVA, R. G.; SOUZA, B. B.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; CÂNDIDO, M. J. D. Coat and skin morphology of hair sheep breeds in an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v. 84, p. 103-110, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.06.011>.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; DANIELI, P. P.; BANI, P.; NARDONE, A.; RONCHI, B. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n.7, p. 1167-1183, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.
- BORGES, J. O.; SILVA, A. P. V.; CARVALHO, R. A. Conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês confinados com dietas contendo três níveis de inclusão de concentrado. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1410>.
- CHAGAS, E. G. da C.; OLIVEIRA, L. C. de; OLIVEIRA, A. C. P. de; LIMA, D. S. de; COSTA, A. K. P. S. da; SOUSA, R. F. de. Respostas fisiológicas de ovinos sem padrão racial definido criados em condições climáticas da região de Amajari, Roraima. **Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR**, v. 6, 2022. Disponível em: https://periodicos.ifrr.edu.br/index.php/anais_forint/article/view/1784. Acesso em: 13 abr. 2025.

DANTAS, N. L. B.; SOUSA, J. E. R.; FONSECA, V. F. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SOUSA, F. B. Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 397-407, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000200014>.

DELLMANN, H. D.; BROWN, E. M. Histologia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. 397 p.

EMBRAPA. ALBUQUERQUE, M. S. M.; IANELLA, P. Inventário de Recursos Genéticos Animais da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2016. ISBN: 978-85-7035-653-6.

EURELL, J. A.; FRAPPIER, B. L. Integument. In: _____. **Dellmann's textbook of veterinary histology**. 6. ed. Philadelphia: Blackwell Publishing, 2006. p. 320-346.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. M. N.; CAMPELO, J. E. G. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1807-1814, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800026>.

FADARE, A.O.; PETERS, S.O.; YAKUBU, A.; SONIBARE, A.O.; ADELEKE, M.A.; OZOJE, M.O.; IMUMORIN, I.G. Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics. **Tropical Animal Health and Production**, v 45,157–165, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0187-0>.

FURTADO, D. A.; SILVA, R. G.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, T. G. P.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, F. L. R. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, p. 72-77, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v5n2p72-77>.

HEATH, J. W.; YOUNG, B. Pele. In: _____. **Histologia funcional: texto e atlas em cores**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 157-171.

HYDER, I.; PASHA, T. N.; QAYYUM, A.; SATTAR, A.; HUSSAIN, M.; KHAN, M. A. Thermotolerance in Domestic Ruminants: A HSP70 Perspective. In: ASEA, A.; KAUR, P. (eds.). **Heat Shock Proteins in Veterinary Medicine and Sciences**. Heat Shock Proteins, v. 12. Springer, Cham, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73377-7_1.

INDU, S.; SEJIAN, V.; NAQVI, S. M. K. Impact of simulated semiarid tropical environmental conditions on growth, physiological adaptability, blood metabolites and endocrine responses in Malpura ewes. **Animal Production Science**, v. 55, p. 766-776, 2015.

JOY, A.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J.; CLARKE, I. J.; DI GLEGO, S.; CHAUHAN, S. S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 867, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10050867>.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Pele e anexos. In: _____. **Histologia básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 359-370.

LEITE, J. H. G. M.; SILVA, R. G.; SILVA, W. S. T.; SILVA, I. J. O.; SOUSA, J. E. R.; GUILHERMINO, M. M. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain

homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 1635-1644, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1563-x>.

LIMA, C. C. V.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Parâmetros fisiológicos de cordeiros mestiços (1/2 e 3/4 Dorper) do nascimento até os 90 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p. 354-361, 2010.

LINS, R. C.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Adaptabilidade de reprodutores ovinos criados no semiárido. **Magistra**, v. 31, p. 692-699, 2020.

MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; AL-MARZOOQI, W.; AL-SINANI, S. S. R.; AL-RAWAS, A. D. An assessment of Omani native sheep fiber production and quality characteristics. **Journal of Agricultural and Marine Sciences**, v. 15, p. 9-14, 2010.

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, p. 1-12, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>.

MARQUES, I. J.; LEITE, P. G.; LOPES NETO, J. P.; FURTADO, D. A.; BORGES, V. P.; SOUSA, W. S. Estimation of heat exchanges in Boer crossbred goats maintained in a climate chamber. **Journal of Thermal Biology**, v. 96, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102832>.

MASCARENHAS, N. M. H.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A.; BATISTA, L. F.; SILVA, M. R.; OLIVEIRA, A. G. Thermal gradient of local sheep and goats reared in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.18, n.2, e3020, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v18i2a3020>.

MASCARENHAS, N. M. H.; FURTADO, D. A.; SOUZA, B. B.; SOUSA, O. B.; COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; SILVA, M. R.; BATISTA, L. F.; DORNELAS, K. C. Morphology of coat and skin of small ruminants reared in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Thermal Biology**, v. 112, 2023b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103418>.

MASCARENHAS, N. M. H.; BATISTA, L. F.; SILVA, M. R.; RODRIGUES, L. H. S.; MACEDO, R. V.; SOUZA, B. B. Respostas fisiológicas e teste de avaliação de adaptação de caprinos e ovinos deslanados no semiárido brasileiro. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Biometeorologia**, Mossoró, RN, 2017. Disponível em: https://cbbiomet.figshare.com/articles/journal_contribution/5176999. Acesso em: 13 abr. 2025.

McMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SILVA, A. M. A. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, p. 95-101, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9162-1>.

MEDEIROS, F. F.; SOUZA, B. B.; NASCIMENTO, F. S.; RODRIGUES, G. Q.; SILVA, M. R.; BATISTA, L. F.; BENÍCIO, T. M. A.; MASCARENHAS, N. M. H.; SILVA, J. A. P. C.; FERNANDES, D. L.; SILVA, R. A. Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido. **Revista Coopex**, 14 (1), 779-788, 2023. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v14i1.289>.

MIRKENA, T.; DUGUMA, G.; HAILEB, A.; WURZINGER, M.; ROTHSCILD, M. F.; SOLKNER, J. Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. **Livestock Science**, v. 132, p. 1-12, 2010.

NEFF, R. A.; EDWARDS, D.; PALMER, A. Reducing meat consumption in the USA: a nationally representative survey of attitudes and behaviours. **Public Health Nutrition**, v. 21, p. 1835-1844, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1368980017004190>.

PIMENTEL, C. M.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Os desafios da produção animal frente às mudanças climáticas. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 142-148, 2011. ISSN 0102-5716.

PIRES, J. P. S.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Avaliação da tolerância ao calor de ovinos mestiços $\frac{1}{2}$ Dorper + $\frac{1}{2}$ Santa Inês suplementados com diferentes níveis de ionóforo no semiárido da Paraíba. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 17, p. 30-36, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v17n1p30-36>.

PULIDO-RODRÍGUEZ, L. F.; SILVA, R. G.; SILVA, I. J. O.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, F. L. R.; CÂNDIDO, M. J. D. Effect of solar radiation on thermoregulatory responses of Santa Inês sheep and their crosses with wool and hair Dorper sheep. **Small Ruminant Research**, v. 202, p. 106470, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106470>.

RIBEIRO, M. N.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, p. 1036-1041, 2018.

RIBEIRO, N. L.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; SARAIVA, E. P.; COSTA, R. G. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat population. **Small Ruminant Research**, v. 123, p. 232-237, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.010>.

RODRIGUES, R. C. M.; FURTADO, D. A.; RIBEIRO, N. L.; SILVA, R. S.; SILVA, J. A. P. C.; SILVA, M. R.; MASCARENHAS, N. M. H.; CAVALCANTI, C. R.; AYRES, G. D. J.; DORNELAS, K. C.; LIMA, P. R.; FIGUEIREDO, C. F. V. Blood biochemical, hormonal, and hematological responses of native sheep submitted to different environmental conditions. **Research in Veterinary Science**, v. 165, p. 105067, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105067>.

SANTOS, J. C. Caracterização de Sistemas de Produção de Ovinos em Cinco Povoados de Miguel Calmon - Bahia. **Monografias Brasil Escola**. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/agricultura-pecuaria/caracterizacao-de-sistemas-de-producao-de-ovinos-em-cinco-povoados-de-miguel-calmon-bahia.htm>. Acesso em: 13 abr. 2025.

SANTOS, G. C. L.; CABRAL, A. M. D. Bioclimatic indices, mathematical modeling and statistical indices for the evaluation of models used to estimate animal thermal comfort. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e20910313328, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13328>.

SCHLEGER, A. V.; BEAN, K. G. Factors determining seating competence of cattle skin. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 24, p. 1291-1300, 1971.

SCHLEGER, A. V.; TURNER, H. G. Sweating rate of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 16, p. 92-106, 1965.

SILANIKOVE, N.; KOLUMAN, N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. **Small Ruminant Research**, v. 123, p. 27–34, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>.

SILVA, E. M. N.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 142-148, 2010.

SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Características de reprodução e de crescimento de ovinos mestiços Santa Inês, no Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2000-2006, 2000.

SILVA, R. G. Biofísica Ambiental: os animais e seu ambiente. São Paulo: FUNEP, 2008. 450 p.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of Holstein cows in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1143-1147, 2011.

SILVA, R. G.; SCALA, J. R. N. L.; POYAY, P. L. B. Transmissão de Radiação Ultravioleta Através do Pelame e da Epiderme de Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1939-1947, 2001.

SILVA, T. G. P.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Respostas fisiológicas de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira. **Medicina Veterinária**, v. 15, p. 58-63, 2021.

SOBOTTA, J. Sistema tegumentar. In: _____. **Atlas de histologia: citologia, histologia e anatomia microscópica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

SOUZA, B. B.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Avaliação da temperatura timpânica para estudos bioclimáticos em ovinos deslanados. **ACSA**, v. 8, p. 62-66, 2012. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v8i3.189>.

SOUZA, B. B.; SILVA, J. A. P. C.; SILVA, M. R.; FURTADO, D. A.; MASCARENHAS, N. M. H.; BENÍCIO, T. M. A.; RODRIGUES, R. C. M.; SILVA, R. S.; MEDEIROS, F. F., MEDEIROS, A. C.; SILVA, R. A. Adaptabilidade dos genótipos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e animais Sem Raça Definida (SRD) em condições de estresse por calor. **Revista Coopex**. 14 (3), 2119–2138, 2023. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v14i3.299>.

VILLELA, L. C. V. Origem e situação dos ovinos no Brasil. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**. 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: 13 abr. 2025.

CAPÍTULO 2

Características e estruturas do tegumento de ovinos mantidos em temperaturas termoneutras e sob estresse térmico

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da variação de temperatura (conforto e estresse térmico) sobre as características e morfologia do tegumento e estruturas da pelagem de ovinos de vida livre das raças nativas Morada Nova, Santa Inês, Soinga e Sem Padrão de Raça Definida. Os animais foram mantidos em ambientes controlados com temperaturas de 20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0 °C, utilizando 24 ovinos machos não castrados, seis de cada raça, com idade média de $5 \pm 0,5$ meses e peso médio de $25,0 \pm 3,6$ kg. Eles foram expostos por 12 horas contínuas (das 06:00 às 18:00) durante 15 dias consecutivos em cada um dos tratamentos. As variações nas características da pele e da pelagem dos animais de acordo com a temperatura foram analisadas. Observou-se que o comprimento da epiderme aumentou a 36,0 °C, especialmente na raça Morada Nova, e a área da glândula sebácea foi significativamente maior para a raça Morada Nova, com um aumento de 67,9% entre as temperaturas de 20,0 e 36,0 °C. O tamanho da pelagem, a quantidade média de pelos e a densidade dos pelos foram menores para a raça Morada Nova, que demonstrou melhor adaptação ao estresse térmico, modificando a estrutura da pelagem e a estrutura morfológica da pele. Este estudo mostrou que a raça Morada Nova possui adaptações fisiológicas e morfológicas que a tornam mais resistente ao estresse térmico, demonstrando sua aptidão para ambientes tropicais e semiáridos.

Palavras-chave: Ambiente Animal, Bem-Estar Animal, Histologia, Ovinocultura, Pele.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of temperature variation (comfort and heat stress) on the characteristics and morphology of the integument and coat structures of free-ranging sheep of the native breeds Morada Nova, Santa Inês, Soinga, and Sem Padrão de Raça Definida. The animals were kept in controlled environments with temperatures of 20.0, 24.0, 28.0, 32.0, and 36.0 °C, using 24 uncastrated male sheep, six of each breed, with an average age of 5 ± 0.5 months and an average weight of 25.0 ± 3.6 kg. They were exposed for 12 continuous hours (from 06:00 to 18:00) for 15 consecutive days in each of the treatments. The variations in the characteristics of the animals' skin and coat according to temperature were analyzed. It was observed that the length of the epidermis increased at 36.0 °C, especially in the Morada Nova breed, and the area of the sebaceous gland was significantly greater for the

Morada Nova breed, with an increase of 67.9% between temperatures of 20.0 and 36.0 °C. Coat size, average hair amount, and hair density were lower for the Morada Nova breed, which demonstrated better adaptation to heat stress by modifying the structure of the coat and the morphological structure of the skin. This study showed that the Morada Nova breed has physiological and morphological adaptations that make it more resistant to heat stress, demonstrating its suitability for tropical and semi-arid environments.

Keywords: Animal Ambiance, Animal Welfare, Histology, Sheep Farming, Skin.

Introdução

As mudanças climáticas estão impactando diversas espécies e ecossistemas e, conseqüentemente, os sistemas de produção, e essas mudanças podem se intensificar, onde as temperaturas e as condições climáticas podem se tornar, em geral, mais extremas e adversas ao que é considerado a zona de conforto para animais domésticos. Portanto, ampliar o conhecimento sobre as variáveis fisiológicas e morfológicas que influenciam o bem-estar animal, bem como suas respectivas zonas de conforto e estresse, pode prevenir perdas e permitir que ações sejam tomadas de acordo com as necessidades dos animais (Leite et al., 2019 ; Ribeiro et al., 2018).

Medidas devem ser adotadas para reduzir a queda na produção animal, levando em consideração ajustes fisiológicos, comportamentais, metabólicos, nutricionais e ambientais (Joy et al., 2020; Baida et al., 2021; Joy et al., 2022), e a identificação de raças tolerantes e com maior capacidade de adaptação a condições ambientais extremas (temperatura elevada, escassez de ração e água) é uma estratégia viável para mitigar o impacto das mudanças climáticas na produção de pequenos ruminantes (Amorim et al., 2019; Joy et al., 2020).

As características morfológicas dos animais são cruciais do ponto de vista da adaptação, influenciando os mecanismos de troca de calor sensível e latente entre o animal e o ambiente em que vivem, e essas características variam entre espécies e raças, sendo a cor da pelagem um índice qualitativo que indica a superioridade genética dos animais em ambientes quentes (Mascarenhas et al., 2023a,b), onde animais com pelagem clara/branca apresentam vantagem em regiões tropicais, pois a pelagem reflete 50-60% da radiação solar direta, em contraste com animais de coloração escura (Amorim et al., 2019).

Os ovinos desejados do semiárido brasileiro são animais resistentes, homeotérmicos, que passaram por diversas adaptações por meio de seleção natural e cruzamentos, dando origem a raças nativas como as raças Santa Inês, Soinga e Morada Nova, sendo capazes de tolerar altas temperaturas e viver em regiões tropicais. São bem adaptados às condições climáticas do

semiárido brasileiro quando comparados aos ovinos de raças exóticas, onde sua zona de conforto térmico é definida entre 15,0 e 30,0°C, o que lhes permite reduzir perdas em regiões mais quentes (Santos et al., 2021; Carabaño et al., 2022; Mascarenhas et al., 2023a).

Em relação à pele dos animais, suas características estruturais estão diretamente relacionadas à sua adaptabilidade às condições climáticas às quais estão expostos. Animais expostos a temperaturas mais altas ou mais baixas apresentam diferentes superfícies cutâneas adequadas para responder às suas respectivas necessidades fisiológicas (Silva, 2008). Vários mecanismos contribuem para a tolerância ao estresse térmico, incluindo a cor da pelagem e da pele, o tamanho corporal, a distribuição de gordura e as reações fisiológicas (McManus et al., 2022). O comprimento, a espessura e a densidade da pelagem também podem influenciar a capacidade adaptativa de animais em regiões tropicais. Pelos curtos e finos, pele fina e menos pelos por unidade de área estão diretamente associados a uma maior adaptabilidade a condições quentes (Mascarenhas et al., 2023a).

O objetivo desta pesquisa foi, portanto, avaliar os efeitos da variação de temperatura (conforto e estresse térmico) na estrutura da pelagem e na morfologia da pele de ovinos criados soltos das raças nativas Morada Nova, Santa Inês, Soinga e Sem Padrão de Raça Definida (SPRD) em ambientes controlados.

Material e métodos

Animais e gestão

Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, Protocolo CEP nº 097.2019.

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados das raças Soinga, Morada Nova, Santa Inês e Sem Padrão Racial Definido, sendo seis indivíduos de cada raça. Os animais tinham idade média de $5,0 \pm 0,5$ meses e peso médio de $25,0 \pm 3,6$ kg. Foram vermifugados no início do experimento e alojados em baias coletivas (160 cm × 285 cm) com maravalha, que foi substituída a cada tratamento. As baias estavam localizadas dentro da câmara climática e abrigavam grupos de oito animais por baia, sendo dois animais de cada raça, totalizando três baias coletivas.

Câmara climática

Os animais foram expostos a cada um dos tratamentos (temperaturas de 20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0°C) por 12 horas contínuas (das 6h às 18h) durante 15 dias consecutivos,

totalizando cinco tratamentos, com umidade relativa do ambiente de $65,0 \pm 5,0\%$, intercaladas com 12 horas de temperatura de conforto, previamente recomendada de $24,0^{\circ}\text{C}$, simulando as condições do semiárido brasileiro.

Dos 15 dias de cada tratamento, os primeiros 14 dias foram de adaptação e no décimo quinto dia foram coletados os pelos e a pele dos animais, após os quais os animais foram deixados ao ar livre (câmara climática desligada e portas abertas) por cinco dias para eliminação do efeito residual, totalizando 20 dias em cada tratamento.

Análise do tegumento

As características do tegumento estudadas foram a espessura (μm^2) da epiderme e da porção queratinizada (μm^2), número de folículos pilosos (primários e secundários) por cm^2 , área das glândulas sebáceas (μm^2) e número de glândulas sudoríparas por unidade de área (cm^2).

Os pelos e a pele foram coletados após a administração de um anestésico local (cloridrato de lidocaína), por tricotomia nas regiões cervical, torácica e glútea, das 9h às 9h30. Amostras de pele foram então retiradas dessas três regiões com um punch de biópsia de 5 mm de diâmetro.

As amostras foram fixadas em solução de formaldeído tamponado a 10% por 24 horas, lavadas em água destilada e imersas em solução de álcool a 70%, sendo então processadas. Durante o processamento, as amostras foram desidratadas em quantidades crescentes de álcool (80, 95 e 100%). Após a desidratação, foi realizada a diafanização com duas passagens em xileno e, por fim, o material foi incluído em parafina.

Utilizando micrótomo rotativo, foram obtidos cortes de 5 mm de espessura, os quais foram corados pelo método de Hematoxilina-Eosina e as lâminas montadas sob lamínulas com bálsamo-do-Canadá. As amostras das lâminas foram analisadas em microscopia óptica por meio de fotomicrografias realizadas em microscópio com câmera acoplada, realizadas no Laboratório de Histologia do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, utilizando o software Motic Images Plus 2.0.

Para mensuração da espessura da epiderme e da porção queratinizada, foi utilizada uma objetiva de 20x, na qual foram digitalizadas três fotomicrografias por fragmento, das regiões cervical, glútea e torácica, com quatro medidas por fotomicrografia, totalizando 72 medidas (18 fotomicrografias x 4 medidas) em cada raça, para cada temperatura e região avaliada.

Para analisar a área das glândulas sebáceas, bem como o número de glândulas sudoríparas e folículos pilosos, foi utilizada uma lente de 10x e foram escaneadas 3

fotomicrografias de cada fragmento, totalizando 18 amostras (6 animais x 3 fotomicrografias) para cada região corporal (cervical, torácica e glútea) e temperatura. Em cada uma dessas fotomicrografias foi mensurada a área total de glândulas sebáceas (μm^2) encontradas na derme, bem como a epiderme (μm^2) e sua porção queratinizada (μm^2), além da contagem de folículos pilosos e glândulas sudoríparas por cm^2 .

Análise do pelame

Para coletar e contar os pelos, utilizou-se o método desenvolvido por Lee (1953), que consiste em usar um alicate comum tipo "bico de pato" para remover os pelos. Um retrator de metal foi acoplado ao alicate tipo bico de pato na parte posterior das mandíbulas, de modo que, quando o alicate estivesse firmemente fechado, as mandíbulas permanecessem a cerca de 2 mm de distância (medido com um paquímetro).

Em seguida, o alicate foi pressionado contra a pele, movendo-se um pouco para o lado e "penteando" os pelos de modo que as mandíbulas penetrassem no pelo e tocassem a epiderme. Nesse momento, o alicate, que havia sido fixado, foi removido e as mandíbulas fechadas firmemente para que os pelos pudessem ser agarrados com firmeza. Após a coleta das amostras, os pelos foram armazenados em envelopes de papel (Silva, 2000).

Em seguida, os pelos coletados foram contados e colocados em uma folha de papel branca com o auxílio de uma agulha e uma lupa. Em seguida, com o conhecimento da largura da mandíbula do alicate utilizado na coleta, foi possível transformar a contagem de pelos em número de fios por centímetro quadrado de epiderme, ou seja, a densidade numérica, e a medição foi feita com régua milimetrada, espalhando os fios sobre papel milimetrado e alinhando-os com o auxílio de uma agulha na balança (Udo, 1978).

O tamanho dos fios foi medido em milímetros com um paquímetro de precisão, e a espessura dos fios foi medida em milímetros com um micrômetro de precisão. Vale ressaltar que o tamanho e a espessura médios dos fios foram determinados a partir dos 10 maiores fios de cada amostra, selecionados visualmente com uma lupa. O peso da amostra de fios foi obtido em balança digital de alta precisão, sendo o peso total da amostra referente à área coletada (Silva, 2000).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo – cinco temperaturas (20,0; 24,0; 28,0; 32,0 e 36,0 °C) × quatro raças (Santa Inês, Soinga, Morada Nova e SRD), com seis repetições. Os dados foram submetidos à

análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5,0%, utilizando-se o procedimento PROC GLM do software SAS®.

Resultados

A área da glândula sebácea apresentou efeito significativo devido às altas temperaturas. Animais expostos à temperatura de 36,0°C apresentaram área glandular significativamente maior ($P=0,0172$) em comparação aos expostos às temperaturas de 20,0 e 32,0°C. Por outro lado, não foram observadas diferenças entre as temperaturas de 24,0 e 28,0°C. A área glandular foi maior na raça Morada Nova ($P=0,0282$) em comparação à raça Soinga, enquanto não foram observadas diferenças entre as raças Santa Inês e Sem Padrão de Raça Definida (SPRD) (Tabela 1). Esses achados são relevantes para o objetivo principal do estudo, que busca compreender os efeitos das variações de temperatura na morfologia das estruturas da pele de ovinos, contribuindo assim para o conhecimento que pode auxiliar nas práticas de manejo e na mitigação do estresse por calor.

Entre as temperaturas de 20,0 e 36,0 °C, observou-se um aumento de 67,9% na área média das glândulas sebáceas. Esse aumento demonstra um mecanismo utilizado por ovinos para aumentar a secreção glandular como forma de eliminar o calor corporal. Assim, constatou-se que a área das glândulas sebáceas foi influenciada pelas condições térmicas, reforçando o papel adaptativo desses animais em ambientes adversos, um aspecto central do estudo.

O número de glândulas sudoríparas não apresentou diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre as diferentes temperaturas ($P = 0,6732$) e raças ($P = 0,2864$). No entanto, houve interação significativa ($P = 0,0316$) entre esses dois fatores, indicando que o número de glândulas sudoríparas depende simultaneamente da raça e dos níveis de temperatura aos quais os animais foram expostos (Tabela 1). Esses achados ressaltam a importância de estudar as adaptações fisiológicas específicas das raças avaliadas, alinhando-se ao objetivo desta pesquisa de identificar respostas adaptativas às variações de temperatura.

A espessura da epiderme foi significativamente maior nas temperaturas extremas de 20,0°C e 36,0°C (Tabela 1). Animais mantidos em temperaturas mais baixas, como 20,0°C, podem aumentar a espessura da epiderme como forma de proteção contra o frio, reduzindo a perda de calor por condução e convecção. Em condições de estresse térmico, no entanto, o aumento da espessura da epiderme pode proporcionar espaço adicional para a acomodação de um maior número de glândulas sebáceas e sudoríparas, além de favorecer o aumento de sua área e quantidade por unidade de área. Observou-se também interação entre os fatores raça e temperatura, indicando que a espessura da epiderme depende tanto da raça quanto da

temperatura à qual os ovinos foram submetidos (Tabela 1). Esses achados reforçam a análise das estratégias fisiológicas utilizadas pelos ovinos para lidar com as variações de temperatura, alinhando-se ao objetivo do estudo.

A epiderme da raça Morada Nova apresentou maior espessura, seguida pelas raças Santa Inês, Soinga e SPRD ($P < 0,0001$). Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre as raças Santa Inês e Soinga (Tabela 1). A raça Morada Nova também apresentou maior área de glândulas sebáceas, facilitando a eliminação do calor corporal e contribuindo para sua produtividade em climas quentes. Esses resultados estão diretamente relacionados à busca de homeostase pelos animais em condições de estresse térmico, alinhando-se aos objetivos do estudo.

Em relação à porção queratinizada da epiderme, os maiores valores foram observados nas temperaturas de 20,0°C e 36,0°C ($P < 0,0001$), enquanto as demais temperaturas apresentaram valores semelhantes, seguindo o mesmo padrão da epiderme. A raça Morada Nova apresentou a maior espessura da porção queratinizada ($P < 0,001$), seguida pelas raças SPRD, Santa Inês e Soinga (Tabela 1). Essa maior queratinização pode estar associada ao aumento da espessura epidérmica na raça Morada Nova. Observou-se também interação significativa ($P < 0,05$) entre temperatura e raça, semelhante à observada para a espessura epidérmica. Esses achados reforçam a compreensão das adaptações nas características tegumentares em resposta às condições térmicas, alinhando-se ao objetivo do estudo.

Em relação ao número de pelos primários, não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre as temperaturas e as raças. No entanto, o número de pelos secundários variou significativamente ($P < 0,0001$), sendo maior na raça Santa Inês e menor na raça Morada Nova (Tabela 1).

A espessura do pelo foi maior a 20,0°C, como adaptação a temperaturas mais baixas. O comprimento do pelo apresentou associação com as raças ($P = 0,0009$), sendo maior na raça Soinga, seguida pelas raças SPRD, Morada Nova e Santa Inês, com as duas últimas apresentando valores semelhantes ($P > 0,05$) (Tabela 2).

A densidade numérica de pelos foi associada tanto à temperatura ($P = 0,0019$) quanto à raça ($P = 0,0003$). Ovinos da raça Soinga apresentaram a maior densidade numérica de pelos, enquanto os da raça Morada Nova apresentaram a menor densidade. Em relação às temperaturas, a temperatura de 28,0 °C (considerada termoneutra) apresentou a maior densidade numérica de pelos, enquanto as temperaturas extremas de 20,0 °C e 36,0 °C apresentaram as menores densidades. Por fim, o peso dos pelos não apresentou associação significativa com a raça ou temperatura ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 1. Áreas de glândulas sebáceas, quantidade de glândulas sudoríparas, espessura da epiderme e porção queratinizada, quantidade de pelos primários e secundários, segundo raças de ovinos (SI, SO, MN, SRD) submetidos à diferentes temperaturas (20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0 °C).

Variáveis	Temperatura - TE (°C)					Raça - RA				EPM	Valor de P		
	20	24	28	32	36	SI	SO	MN	SPRD		TE	RA	TE*RA
SEB (x100µm ²)	69,12b	76,78ab	72,33ab	64,99b	101,80a	78,06ab	60,82b	90,90a	74,69ab	186,99	0,0172	0,0282	0,7026
SUD (x100/cm ²)	40,45a	35,73a	36,76a	35,73a	41,22a	33,18a	41,29a	37,58a	39,85a	12,01	0,6732	0,2864	0,0316
EPI (x100µm ²)	0,68b	0,60d	0,63cd	0,64c	0,80a	0,68b	0,65c	0,72a	0,62d	0,20	<.0001	<.0001	0,0021
PQU (x100µm ²)	0,30a	0,25c	0,24c	0,24c	0,28b	0,25c	0,22d	0,30a	0,26b	0,11	<.0001	<.0001	0,0002
PP (x100/cm ²)	45,69a	36,33a	34,18a	35,38a	34,52a	44,11a	36,55ab	31,12b	37,10ab	12,55	0,1563	0,0585	0,9790
PS (x100/cm ²)	124,11a	87,86a	89,06a	90,69a	90,35a	140,10a	116,53ab	53,93c	75,10bc	43,02	0,2033	<.0001	0,9300

Nota: Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Abreviaturas: EPM = Erro Padrão da Média; SEB = área de glândulas sebáceas (µm²); SUD = quantidade de glândulas sudoríparas por cm²; EPI = espessura da epiderme (µm²); PQU = Porção queratinizada (µm²); PP = pelos primários por cm²; PS = pelos secundários por cm²; SI = Santa Inês; SO = Soinga; MN = Morada Nova; SPRD = Sem Padrão de Raça Definida; TE*RA = interação dos fatores temperatura e raça.

Tabela 2. Características dos pelos de ovinos mantidos em ambiente controlado com diferentes temperaturas (20,0, 24,0, 28,0, 32,0 e 36,0 °C).

Variáveis	Temperatura - TE (°C)					Raça - RA				EPM	Valor de P		
	20	24	28	32	36	SI	SO	MN	SPRD		TE	RA	T*RA
Espessura¹ (µm ²)	0,041a	0,030b	0,030b	0,031b	0,033ab	0,034a	0,029a	0,035a	0,034a	0,01	0,0053	0,2658	0,6602
Peso (g)	0,027a	0,030a	0,026a	0,026a	0,029a	0,027a	0,029a	0,026a	0,029a	0,01	0,7123	0,7096	0,2603
Tamanho (µm ²)	20,07a	21,29a	20,11a	20,25a	191,6a	18,89b	22,48a	19,55b	19,78b	3,54	0,3636	0,0009	0,9827
Densidade numérica² (Nºpelos/cm ²)	1524,79b	1597,08b	2111,88a	1783,54ab	1631,67b	1893,83ab	1984,00a	1440,33c	1601,00bc	533,31	0,0019	0,0003	0,5706
Nº Pelos	304,96b	319,42b	422,38a	356,71ab	326,33b	378,77ab	396,80a	288,07c	320,30bc	106,66	0,0019	0,0003	0,5706

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Abreviaturas: EPM = Erro Padrão da Média; SI = Santa Inês; SO = Soinga; MN = Morada Nova; SPRD = Sem Padrão de Raça Definida; TE*RA = interação dos fatores temperatura e raça; N° = Número. ¹Y=0,13-0,007x+0,0001x² (R²=0,87); ²Y=2885,96+332,87x-5,77x² (R²=0,62).

Discussão

A maior concentração de glândulas sebáceas na raça Morada Nova pode ser atribuída às suas características adaptativas a regiões de clima quente, bem como ao seu pequeno porte. Esta raça demonstra uma capacidade superior de tolerância ao calor, evidenciada pelo aumento da área glandular, que reflete uma estratégia eficiente de dissipação térmica. Raças que evoluíram em condições ambientais semelhantes também apresentam variações na adaptação ao estresse térmico. Um exemplo é a ovelha Awassi, que apresenta maior resistência à seca em comparação com a ovelha Najdi, criada na Arábia Saudita (Alamer et al., 2004).

A alta concentração de glândulas sebáceas na raça Morada Nova, associada às suas características adaptativas, não só reflete sua capacidade de sobrevivência em condições adversas, como também destaca seu potencial para sistemas de produção animal mais sustentáveis. A adaptabilidade desta raça, com mecanismos eficazes de termorregulação, pode reduzir a necessidade de intervenções externas, como controle climático artificial ou manejo intensivo, contribuindo para a redução do consumo de recursos naturais e energéticos nos sistemas de produção.

No entanto, os resultados obtidos diferem do estudo de Medeiros (2023), que identificou variações no número de glândulas sebáceas dependendo das regiões corporais dos ovinos. Além disso, Mascarenhas et al. (2023b) destacaram que, em ovinos da raça Santa Inês, a temperatura superficial foi elevada durante o período de seca, com gradientes térmicos reduzidos entre a temperatura superficial e a temperatura do ar, bem como entre a temperatura retal e a temperatura superficial, prejudicando a capacidade fisiológica desses animais de manter a homeotermia em ambientes quentes.

As diferenças entre as raças reforçam a importância de considerar as características locais e genéticas para otimizar o uso dos recursos disponíveis. Por exemplo, raças como a Santa Inês, adaptadas a climas tropicais úmidos, apresentam maiores áreas de glândulas sudoríparas, destacando seu papel na regulação térmica em ambientes quentes. O uso de raças geneticamente adaptadas não só melhora o bem-estar animal, como também promove sistemas de produção mais resilientes e sustentáveis, evitando práticas de manejo intensivo, muitas vezes insustentáveis.

A relação entre adaptações morfológicas e sustentabilidade também pode ser observada na importância de características como a cor da pelagem, que influencia diretamente a eficiência térmica de ovinos em climas extremos. A seleção de ovinos com pelagem clara, apontada por Fadare et al. (2012), e as variações na estrutura dos pelos descritas por Amorim et al. (2019)

são exemplos de como a seleção genética pode ser utilizada para otimizar sistemas de produção em ambientes específicos, reduzindo o impacto ambiental.

Sob condições de estresse térmico, os ovinos ativam mecanismos fisiológicos para eliminar o calor corporal, sendo a sudorese um dos principais processos envolvidos (Mascarenhas, 2022). Essas adaptações destacam a importância das raças nativas, que podem ser integradas a estratégias de manejo sustentável, maximizando a produtividade sem comprometer os recursos naturais (Castro et al., 2020).

A produção de suor pelas glândulas sudoríparas depende diretamente do número de glândulas ativas em ovinos, sendo influenciada pela densidade numérica dessas glândulas por unidade de área da epiderme. Frequentemente, a densidade de glândulas sudoríparas é maior em animais continuamente expostos a temperaturas elevadas (Amorim et al., 2019). Mascarenhas et al. (2023a) relatam que, em pequenos ruminantes mantidos em ambientes quentes, os padrões de espessura epidérmica e densidade de glândulas sudoríparas são maiores em ovinos em comparação com caprinos, destacando diferenças específicas entre as espécies no manejo do calor.

As diferenças observadas na adaptabilidade entre raças têm implicações diretas na seleção e no manejo animal em sistemas de produção. Amorim et al. (2019), trabalhando com ovinos das raças Morada Nova e Santa Inês, observaram variações anuais significativas nessas características, que influenciam as propriedades de isolamento térmico e a condução de calor da pelagem. Por exemplo, ovinos Morada Nova apresentaram menor isolamento térmico cutâneo em determinados períodos, associado a maiores áreas de glândulas sudoríparas e capilares sanguíneos, demonstrando aclimação fenotípica às condições ambientais.

Fatores genéticos também desempenham um papel importante na adaptabilidade às variações térmicas. Yadav et al. (2017), analisando os padrões de expressão diferencial dos genes HSP em raças de cabras indianas da região semiárida, identificaram aumento da expressão desses genes durante o verão, destacando o papel genético na regulação térmica.

Características morfológicas, como baixa espessura da pelagem, ausência de lã e glândulas sudoríparas grandes, são características que aumentam a tolerância ao calor em ovinos de pelo em comparação com ovinos de lã (McManus et al., 2009). Leite et al. (2019) demonstraram que ajustes fisiológicos são fundamentais para que ovinos Morada Nova mantenham a homeotermia em condições de estresse térmico, como em temperaturas de 32 °C.

Silva et al. (2023), por meio de experimentos em câmaras climáticas, revelaram que, em temperaturas de 32°C e 36°C, os ovinos reduziram sua capacidade de dissipar calor por mecanismos sensíveis, enquanto a evaporação cutânea e respiratória desempenhou um papel

predominante na liberação de calor. Esse padrão foi corroborado por Marques et al. (2021), que destacaram o papel da evaporação como o principal mecanismo de dissipação de calor em cabras Boer sob condições de alta temperatura.

Mascarenhas et al. (2023c) afirmam que aspectos morfológicos, como comprimento e densidade dos pelos, bem como a espessura da pele, influenciam diretamente a capacidade de evaporação cutânea em ovinos de pelo. Além disso, o estudo aponta que a taxa de sudorese depende não apenas da densidade de glândulas sudoríparas por unidade de área da epiderme, mas também da atividade funcional dessas glândulas, especialmente sob condições de estresse térmico.

Por fim, Amorim et al. (2019), estudando ovelhas das raças Morada Nova e Santa Inês, observaram alterações anuais na densidade, diâmetro, comprimento e espessura dos pelos. Os capilares sanguíneos na pele e na área das glândulas sudoríparas também diferiram entre as raças. Nesse contexto, características morfológicas como baixa espessura da pelagem, ausência de lã, glândulas sudoríparas grandes e menor densidade de pelos em ovelhas de pelo tornam esses animais mais tolerantes ao calor em comparação com ovelhas de lã (McManus et al., 2009). Raças nativas, como a Morada Nova, adaptadas a regiões de clima quente, demonstram maior eficiência em altas temperaturas, como evidenciado por sua menor densidade de pelos e maior atividade das glândulas sudoríparas e sebáceas.

Por outro lado, raças como a Santa Inês, adaptadas a climas tropicais úmidos, apresentam características intermediárias, indicando um tipo diferente de adaptação ao estresse térmico. Essas respostas às variações térmicas têm implicações diretas no manejo animal. Em sistemas de produção localizados em regiões de clima quente, por exemplo, a compreensão das respostas fisiológicas associadas à temperatura pode orientar práticas como horários de pastejo, sombreamento estratégico e acesso à água, promovendo o bem-estar animal e a eficiência produtiva. Ao analisar temperaturas extremas e seus impactos no tegumento dos ovinos, reforça-se a importância de considerar os efeitos térmicos para aprimorar as práticas de manejo e a seleção genética, visando à construção de sistemas sustentáveis e resilientes, principalmente diante das mudanças climáticas.

Conclusão

Este estudo demonstrou que a raça Morada Nova possui adaptações fisiológicas e morfológicas que permitem maior resistência ao estresse térmico, destacando sua aptidão para ambientes tropicais e semiáridos. As alterações observadas na estrutura da pelagem e da pele

reforçam a capacidade desses ovinos de se adaptarem a condições climáticas adversas, enfatizando sua relevância em sistemas de produção sustentáveis.

Além disso, as descobertas sobre glândulas sebáceas, espessura epidérmica e características dos pelos fornecem insights valiosos para aprimorar as práticas de manejo e orientar a seleção genética. Tais abordagens visam não apenas aumentar a eficiência da produção, mas também promover o bem-estar animal diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Portanto, este trabalho contribui significativamente para a compreensão das adaptações térmicas em ovinos deslançados, mostrando o potencial das raças nativas como aliadas importantes na busca por sistemas de produção mais resilientes e sustentáveis.

Referências

- ALAMER, M.; AL-HOZAB, A.** Effect of water deprivation and season on feed intake, body weight and thermoregulation in awassi and najdi sheep breeds in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, v. 59, p. 71-84, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.008>.
- AMORIM, M. L. C. M.; SILVA, R. G.; SOUZA, B. B.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; CÂNDIDO, M. J. D.** Coat and skin morphology of hair sheep breeds in an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v.84, p.103-110, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.06.011>.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F.** *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BAIDA, L.; SILVA, R. G.; SILVA, I. J. O.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, F. L. R.; CÂNDIDO, M. J. D.** Technologies for the automated collection of heat stress data in sheep. **Animal Biotelemetry**, v. 9, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40317-020-00225-9>.
- BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; DANIELI, P. P.; BANI, P.; NARDONE, A.; RONCHI, B.** Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>.
- CARABAÑO, M. J.; DÍAZ, C.; RAMÓN, M.** Assessing heat tolerance through productive vs physiological indicators. Data from dairy sheep under on-farm conditions. **Animal**, v. 16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100662>.
- CHEDID, M.; JABER, L. S.; GHANDOUR, A.; ABI SAAB, S.; ORSKOV, E. R.** Water stress in sheep raised under arid conditions. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, p. 243-257, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjas2013-188>.
- DANTAS, N. L. B.; SOUSA, J. E. R.; FONSECA, V. F. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SOUSA, F. B.** Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 397-407, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000200014>.

EMBRAPA. ALBUQUERQUE, M. S. M.; IANELLA, P. Inventário de Recursos Genéticos Animais da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2016. ISBN: 978-85-7035-653-6.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. M. N.; CAMPELO, J. E. G. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1807-1814, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800026>.

FURTADO, D. A.; SILVA, R. G.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, T. G. P.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, F. L. R. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, p. 72-77, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v5n2p72-77>.

HABIBU, B.; YAHAYA, M. S.; KWAJA, T. A.; KAWU, M. U. Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. **Livestock Science**, v. 214, p. 189-201, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.022>.

JOY, A.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J.; CLARKE, I. J.; DI GLEGO, S.; CHAUHAN, S. S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. **Animals**, v. 10, n. 5, p. 867, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10050867>.

JOY, A.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J.; CLARKE, I. J.; DI GLEGO, S.; CHAUHAN, S. S. Comparative Assessment of Thermotolerance in Dorper and Second-Cross (Poll Dorset/Merino × Border Leicester) Lambs. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 2441, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10122441>.

JOY, A.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J.; CLARKE, I. J.; DI GLEGO, S.; CHAUHAN, S. S. Non-invasive measure of heat stress in sheep using machine learning techniques and infrared thermography. **Small Ruminant Research**, v. 207, p. 106592, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106592>.

LEITE, J. H. G. M.; SILVA, R. G.; SILVA, W. S. T.; SILVA, I. J. O.; SOUSA, J. E. R.; GUILHERMINO, M. M. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 1635-1644, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1563-x>.

LEITE, J. H. G. M.; SILVA, W. E.; SILVA, W. S. T.; PAIVA, R. D. M.; SOUSA, J. E. R.; FAÇANHA, D. A. E. A variação sazonal de características termorreguladoras permite a adaptação de ovelhas Morada Nova ao ambiente semiárido. **Semina: Ciências Agrárias**, 40(4), 1577–1594, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1577>.

LINS, R. C.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Adaptabilidade de reprodutores ovinos criados no semiárido. **Magistra**, v. 31, p. 692-699, 2020.

MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; AL-MARZOOQI, W.; AL-SINANI, S. S. R.; AL-RAWAS, A. D. An assessment of Omani native sheep fiber production and quality characteristics. **Journal of Agricultural and Marine Sciences**, v. 15, p. 9-14, 2010.

MARQUES, J. I.; SILVA, R. G.; SILVA, I. J. O.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, F. L. R.; CÂNDIDO, M. J. D. Pupillary dilation a thermal stress indicator in Boer crossbred goats maintained in a climate chamber. **Small Ruminant Research**, v. 158, p. 26-29, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.014>.

MASCARENHAS, N. M. H.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A.; BATISTA, L. F.; SILVA, M. R.; OLIVEIRA, A. G. Thermal gradient of local sheep and goats reared in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.18, n.2, e3020, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v18i2a3020>.

MASCARENHAS, N. M. H.; FURTADO, D. A.; SOUZA, B. B.; SOUSA, O. B.; COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; SILVA, M. R.; BATISTA, L. F.; DORNELAS, K. C. Morphology of coat and skin of small ruminants reared in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Thermal Biology**, v. 112, 2023b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103418>.

MASCARENHAS, N. M. H.; FURTADO, D. A.; FONSÊCA, V. F. C.; SOUZA, B. B.; OLIVEIRA, A. G.; MORAIS, F. T. L.; SILVA, R. S.; SILVA, M. R.; BATISTA, L. F.; DORNELES, K. C.; BEZERRA, C. V. C.; SILVA, J. A. P. C. Thermal stress index for native sheep. **Journal of Thermal Biology**, v. 115, 2023c. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103607>.

McMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SILVA, A. M. A. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, p. 95-101, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9162-1>.

McMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SILVA, A. M. A. The challenge of sheep farming in the tropics: Aspects related to heat tolerance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 107-120, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100015>.

McMANUS, C.; PERIPOLLI, V.; VIEIRA, R. A.; DIAS, L. T. O uso da genética na adaptação dos bovinos aos ambientes sob estresse. **Revista Brasileira de Buiatria Bem-estar Animal e Terapias Integrativas**, Volume 3, Número 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/2763-955X.2022.004>.

MEDEIROS, F. F.; SOUZA, B. B.; NASCIMENTO, F. S.; RODRIGUES, G. Q.; SILVA, M. R.; BATISTA, L. F.; BENÍCIO, T. M. A.; MASCARENHAS, N. M. H.; SILVA, J. A. P. C.; FERNANDES, D. L.; SILVA, R. A. Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido. **Revista Coopex**, 14(1), 779 –788, 2023. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v14i1.289>.

MEDEIROS, F. F.; DE SOUZA, B. B.; DO NASCIMENTO, F. S.; DA SILVA, M. A.; BATISTA, L. F.; MASCARENHAS, N. M. H.; BENÍCIO, T. M. A.; CARVALHO, A. de B. Correlações entre variáveis ambientais e bem-estar de ovinos confinados. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 8, p. 7871–7879, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n8-006>.

MIRKENA, T.; DUGUMA, G.; HAILEB, A.; WURZINGER, M.; ROTHSCILD, M. F.; SOLKNER, J. Genetics of adaptation in domestic farm animals: A review. **Livestock Science**, v. 132, p. 1-12, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.05.007>.

NEFF, R. A.; EDWARDS, D.; PALMER, A. Reducing meat consumption in the USA: a nationally representative survey of attitudes and behaviours. **Public Health Nutrition**, v. 21, p. 1835-1844, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1368980017004190>.

PIMENTEL, C. M.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Os desafios da produção animal frente às mudanças climáticas. **Revista de Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 142-148, 2011. ISSN 0102-5716.

PIRES, J. P. S.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Avaliação da tolerância ao calor de ovinos mestiços ½ Dorper + ½ Santa Inês suplementados com diferentes níveis de ionóforo no semiárido da Paraíba. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 17, p. 30-36, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v17n1p30-36>.

RIBEIRO, M. N.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, p. 1036-1041, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1473255>.

RODRIGUES, R. C. M.; FURTADO, D. A.; RIBEIRO, N. L.; SILVA, R. S.; SILVA, J. A. P. C.; SILVA, M. R.; MASCARENHAS, N. M. H.; CAVALCANTI, C. R.; AYRES, G. D. J.; DORNELAS, K. C.; LIMA, P. R.; FIGUEIREDO, C. F. V. Blood biochemical, hormonal, and hematological responses of native sheep submitted to different environmental conditions. **Research in Veterinary Science**, v. 165, p. 105067, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105067>.

SANTOS, G. C. L.; CABRAL, A. M. D. Bioclimatic indices, mathematical modeling and statistical indices for the evaluation of models used to estimate animal thermal comfort. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e20910313328, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13328>.

SILVA, M. R.; SOUZA, B. B.; DANTAS, N. L. B.; SILVA, G. A.; SILVA, J. P. S.; SILVA, W. E. Avaliação da adaptação de diferentes grupos genéticos de ovinos deslanados no semiárido brasileiro. **Revista COOPEX**, 14(3), 1960–1973, 2023. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v14i3.257>.

SILVA, R. G. Biofísica Ambiental: os animais e seu ambiente. São Paulo: FUNEP, 2008. 450 p.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SOUZA, B. B.; SILVA, F. L. R.; SOUSA, J. E. R.; SILVA, I. J. O.; SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Avaliação da temperatura timpânica para estudos bioclimáticos em ovinos deslanados. **ACSA**, v. 8, p. 62-66, 2012. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v8i3.189>.

YADAV, R. S., YADAV, S. K., & YADAV, S. S. Genetic adaptation of sheep to high ambient temperatures. **Small Ruminant Research**, 151, 1–8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.004>.