

VOLUME V

Coletânea Científica – Artigos Completos

# BIOCLIMATOLOGIA e Bem-Estar Animal

— RAÇA —

# SOINGA



Bonifácio Benício de Souza



Editora científica  
semiárido acadêmico

**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**Coletânea Científica – Artigos Completos**

**VOLUME 5**

**RAÇA OVINA SOINGA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**Organizadores**

Bonifácio Benício de Souza; Dermeval Araújo Furtado; Antônio Néelson Lima da Costa; José Valmir Feitosa; Rosangela Maria Nunes da Silva; Valdir Moraes de Almeida; Fabíola Franklin de Medeiros; Fábio Santos do Nascimento; Luanna Figueirêdo Batista; Danilo Leite Fernandes; Maycon Rodrigues da Silva; José Antônio Pires da Costa Silva; Nágela Maria Henrique Mascarenhas; Claudiney Felipe Almeida Inô; Ariádne de Barros Carvalho; Gabriel de Queiroz Rodrigues; Antônio Wlisses Alves Benício; João Vinícius Barbosa Roberto; Talícia Maria Alves Benício; João Paulo da Silva Pires; Luiz Henrique de Souza Rodrigues

Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA

Patos – Paraíba – Brasil

2026

**ISBN: 978-65-01-99704-9**

**DOI da obra: 10.65338/ecsa.v5.2026**

**Acesso Aberto**

Copyright © 2026  
Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA  
Todos os direitos reservados.

O conteúdo dos capítulos é de responsabilidade exclusiva de seus respectivos autores e autoras. A reprodução total ou parcial desta obra é permitida, desde que a fonte seja devidamente citada, em conformidade com as normas éticas da produção científica. Esta obra está disponibilizada em acesso aberto, sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0), com o objetivo de promover a ampla disseminação do conhecimento científico e contribuir para o avanço da pesquisa e da inovação nas áreas de Bioclimatologia, Bem-Estar Animal e Produção Animal no Semiárido Brasileiro.

Editor-Chefe

Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza

Conselho Editorial

Membros permanentes da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) e pesquisadores colaboradores do Grupo de Pesquisa Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais – CNPq/UFCG.

E-mail institucional: [semiaridoacademico@gmail.com](mailto:semiaridoacademico@gmail.com)

Site: [www.editorasemiarioacademico.com](http://www.editorasemiarioacademico.com)

ISBN: 978-65-01-99704-9

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.2026>

DOIs dos capítulos: Todos os capítulos desta coletânea possuem DOI individual, registrado junto à Crossref, permitindo sua identificação, recuperação e citação de forma independente.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Bioclimatologia e bem-estar animal no semiárido  
brasileiro [livro eletrônico] : raça ovina  
soinga no semiárido brasileiro. -- Patos, PB :  
Ed. dos Autores, 2026. -- (Coletânea científica :  
artigos científicos ; vol. 5)

PDF

Vários autores.

Vários organizadores.

Bibliografia

ISBN 978-65-01-99704-9

1. Agronomia 2. Animais (Zoologia) 3. Bem-estar  
animal 4. Bioclimatologia 5. Regiões semiáridas -  
Brasil I. Série.

26-372948.0

CDD-551.69

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Bioclimatologia : Bem-estar animal : Aspectos  
ambientais : Ciências da terra 551.69

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

## PREFÁCIO

A Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) tem a satisfação de apresentar o Volume 5 da coletânea *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro*, uma obra dedicada à raça ovina Soinga, reunindo resultados de anos de pesquisas sobre sua origem, caracterização racial, adaptabilidade, respostas fisiológicas e potencial produtivo nas condições do semiárido brasileiro.

A raça Soinga constitui um importante recurso genético adaptado às condições ambientais do semiárido. Sua rusticidade, resistência ao estresse térmico, eficiência produtiva e potencial reprodutivo despertam crescente interesse de pesquisadores e criadores, consolidando-a como uma alternativa promissora para o desenvolvimento sustentável da ovinocultura.

Os capítulos desta obra resultam de pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em parceria com pesquisadores de diferentes instituições brasileiras. O livro reúne resultados de projetos de pesquisa, dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos científicos, disponibilizando, em um único volume, informações atualizadas e fundamentadas sobre a raça ovina Soinga.

Mantendo a política editorial da Editora Científica Semiárido Acadêmico, todos os capítulos foram publicados individualmente com DOI próprio e, posteriormente, reunidos nesta coletânea, que também possui ISBN e DOI específicos, fortalecendo a disseminação, a preservação e a visibilidade da produção científica.

Este Volume 5 representa a consolidação de uma linha de pesquisa iniciada em 2019 e reafirma o compromisso da ECSA com a divulgação do conhecimento científico em acesso aberto. Espera-se que esta obra contribua para o avanço das pesquisas, para a valorização da raça ovina Soinga e para o desenvolvimento sustentável da ovinocultura no semiárido brasileiro.

Bonifácio Benício de Souza  
Editor-Chefe  
Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico das regiões semiáridas, constituindo fonte de renda, segurança alimentar e sustentabilidade para milhares de produtores rurais. Além de sua relevância econômica, essa atividade contribui para a permanência das famílias no meio rural, para o aproveitamento racional dos recursos naturais e para o fortalecimento dos sistemas de produção adaptados às condições climáticas da região. Nesse contexto, a utilização de recursos genéticos adaptados às condições ambientais representa um dos principais fatores para a sustentabilidade da atividade, favorecendo maior eficiência produtiva, bem-estar animal e resiliência dos sistemas de produção diante das adversidades climáticas.

Entre esses recursos destaca-se a raça ovina Soinga, desenvolvida a partir do cruzamento das raças Bergamácia, Morada Nova variedade branca e Somalis Brasileira. Ao longo de seu processo de formação e seleção, consolidou características de rusticidade, resistência ao estresse térmico, habilidade materna, eficiência reprodutiva e elevado potencial produtivo, despertando crescente interesse da comunidade científica e dos criadores.

Nos últimos anos, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por meio do **Grupo de Pesquisa Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais**, certificado pelo **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** e liderado pelo **Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza**, desenvolveu uma consistente linha de pesquisa voltada ao conhecimento científico da raça ovina Soinga. Os estudos contemplaram a caracterização racial, adaptabilidade, respostas fisiológicas, desempenho produtivo, reprodução e bem-estar animal, originando dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos científicos e capítulos de livros.

Esta coletânea reúne, pela primeira vez, parte significativa desse conhecimento em um único volume, oferecendo uma visão integrada sobre a origem, o padrão racial, a adaptação ao ambiente semiárido e o potencial produtivo da raça Soinga. Ao disponibilizar essas pesquisas em acesso aberto, a Editora Científica Semiárido Acadêmico reafirma seu compromisso com a difusão do conhecimento científico e espera que esta obra contribua para novas pesquisas, para a conservação e valorização da raça e para o fortalecimento da ovinocultura no semiárido brasileiro.

## **AGRADECIMENTOS**

Os organizadores expressam seus sinceros agradecimentos à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), especialmente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), à Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária (UAMV), ao Laboratório de Bioclimatologia Animal (LABBIO), ao Laboratório de Ambiência e Nutrição Animal (LANA), ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal (PPGCSA), pelo apoio contínuo às atividades de ensino, pesquisa e extensão que possibilitaram o desenvolvimento dos estudos apresentados nesta obra.

Registram, igualmente, reconhecimento ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) e à Universidade Federal do Cariri (UFCA), instituições parceiras que contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento de pesquisas, a formação de recursos humanos e o fortalecimento das ações científicas relacionadas à raça ovina Soinga e à produção animal no semiárido brasileiro.

Manifestam especial reconhecimento ao Grupo de Pesquisa Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais, certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), cuja atuação tem contribuído de forma decisiva para o avanço das pesquisas em bioclimatologia, ambiência, adaptação animal e bem-estar de pequenos ruminantes nas regiões semiáridas do Brasil.

Agradecem, ainda, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido à pesquisa científica, à formação de recursos humanos e ao desenvolvimento dos projetos que deram origem aos estudos reunidos nesta coletânea. Estendem esse reconhecimento aos pesquisadores, professores, estudantes de graduação e de pós-graduação, técnicos, colaboradores e instituições parceiras que participaram das diferentes etapas das pesquisas, contribuindo de maneira significativa para a ampliação do conhecimento científico sobre a raça ovina Soinga e sua adaptação às condições ambientais do semiárido brasileiro.

À Associação dos Criadores de Ovinos Soinga do Brasil (ABCSOINGA) é registrado profundo reconhecimento pela valiosa colaboração prestada ao longo do desenvolvimento das pesquisas que deram origem a esta obra. Esse agradecimento estende-se a todos os criadores que

disponibilizaram seus rebanhos e forneceram os animais utilizados nos experimentos, tornando possível a realização dos estudos de campo e experimentais que fundamentam esta coletânea. A confiança depositada pelos produtores rurais, a abertura de suas propriedades à pesquisa científica e a permanente parceria estabelecida entre a comunidade acadêmica e o setor produtivo foram fundamentais para a caracterização, avaliação, conservação e valorização da raça ovina Soinga, fortalecendo as ações voltadas ao seu reconhecimento como importante recurso genético adaptado às condições do semiárido brasileiro.

Registra-se, ainda, um agradecimento especial ao criador Wesley Felipe de Araújo, do Rebanho Nossa Senhora de Fátima, localizado no município de São José de Mipibu, Rio Grande do Norte, pela gentil cessão da fotografia de um exemplar da raça ovina Soinga utilizada na capa desta obra. Esse gesto representa uma valiosa contribuição para a divulgação científica e para a valorização da raça Soinga, fortalecendo a integração entre a comunidade científica e os criadores que, ao longo dos anos, têm contribuído para o desenvolvimento, a conservação e o reconhecimento desse importante patrimônio genético adaptado às condições do semiárido brasileiro.

Por fim, os organizadores agradecem às suas famílias pelo apoio, incentivo, compreensão e permanente estímulo ao longo da trajetória acadêmica e editorial. O suporte recebido foi fundamental para a realização desta obra e para a continuidade das ações voltadas à produção, organização editorial e disseminação do conhecimento científico.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste Volume 5 – *Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro*, os organizadores expressam seus mais sinceros agradecimentos.

## ORGANIZADORES

### **Bonifácio Benício de Souza**

Doutor em Zootecnia

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110

E-mail: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

### **Dermeval Araújo Furtado**

Doutor em Recursos Naturais

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Rua Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó, Campina Grande - PB, CEP: 58429-900

E-mail: [dermeval.araujo@professor.ufcg.edu.br](mailto:dermeval.araujo@professor.ufcg.edu.br)

### **Rosangela Maria Nunes da Silva**

Doutora em Ciência Veterinária

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110

E-mail: [rosangela@cstr.ufcg.edu.br](mailto:rosangela@cstr.ufcg.edu.br)

### **Valdir Moraes de Almeida**

Doutor em Ciência Veterinária

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110

E-mail: [valdirvet@hotmail.com](mailto:valdirvet@hotmail.com)

### **Antônio Néelson Lima da Costa**

Doutor em Zootecnia

Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Bairro Muriti- Crato-CE

E-mail: [nelson.costa@ufca.edu.br](mailto:nelson.costa@ufca.edu.br)

### **José Valmir Feitosa**

Doutor em Zootecnia

Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Bairro Muriti- Crato-CE

E-mail: [valmir.feitosa@ufca.edu.br](mailto:valmir.feitosa@ufca.edu.br)

### **Fabíola Franklin de Medeiros**

Doutora em Ciência e Saúde Animal

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110

E-mail: [vet.fabiolafranklin@gmail.com](mailto:vet.fabiolafranklin@gmail.com)

**Fábio Santos do Nascimento**

Doutor em Zootecnia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)  
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife –PE, CEP: 52171-900  
E-mail: [fabiosantos.br@hotmail.com](mailto:fabiosantos.br@hotmail.com)

**Luanna Figueirêdo Batista**

Doutora em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Vale do Salgado (UNIVS)  
Rua Monsenhor Frota, 609, Centro, Icó – CE, CEP: 63430-000  
E-mail: [luanna\\_151@hotmail.com](mailto:luanna_151@hotmail.com)

**Danilo Leite Fernandes**

Doutor em Ciência e Saúde Animal  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)  
Rod. CE 292, Km 05, s/n, Sítio Almécegas, Crato – CE, CEP: 63100-000  
E-mail: [danilolfernandes@hotmail.com](mailto:danilolfernandes@hotmail.com)

**Maycon Rodrigues da Silva**

Doutor em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [mayconrvet@gmail.com](mailto:mayconrvet@gmail.com)

**José Antônio Pires da Costa Silva**

Mestre em Ciência Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [joseantoniopiresvet@gmail.com](mailto:joseantoniopiresvet@gmail.com)

**Nágela Maria Henrique Mascarenhas**

Doutora em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Av. Francisco Lopes de Almeida, s/n, Serrotao, Campina Grande – PB, CEP: 58429-970  
E-mail: [eng.nagelamaria@gmail.com](mailto:eng.nagelamaria@gmail.com)

**Claudiney Felipe Almeida Inô**

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br](mailto:claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br)

**Ariadne de Barros Carvalho**

Doutora em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [ariadnebarroscarvalho@gmail.com](mailto:ariadnebarroscarvalho@gmail.com)

**Gabriel de Queiroz Rodrigues**

Mestre em Ciência e Saúde Animal Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [gabrielmed.veterinario@hotmail.com](mailto:gabrielmed.veterinario@hotmail.com)

**Antônio Wlisses Alves Benício**

Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB  
E-mail: [wlissesbenicio@gmail.com](mailto:wlissesbenicio@gmail.com)

**João Vinícius Barbosa Roberto**

Doutor em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [joaoviniciusroberto@gmail.com](mailto:joaoviniciusroberto@gmail.com)

**Talícia Maria Alves Benício**

Doutora em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [taliciabenicio@unitins.br](mailto:taliciabenicio@unitins.br)

**João Paulo da Silva Pires**

Mestre em Ciência e Saúde Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [joaopaulopires.vet@gmail.com](mailto:joaopaulopires.vet@gmail.com)

**Luiz Henrique de Souza Rodrigues**

Mestrando em Ciência Animal  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110  
E-mail: [luizhenriquevet@gmail.com](mailto:luizhenriquevet@gmail.com)

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido brasileiro .....                                                                | 12  |
| Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Soinga e Santa Inês no Semiárido Brasileiro .....                                                           | 24  |
| Respostas Fisiológicas e Hematológicas de Ovinos Soinga e Santa Inês Submetidos ao Estresse Térmico.....                                               | 42  |
| Parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas do ano .....                                                                             | 62  |
| Parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais de ovinos de diferentes genótipos sob estresse térmico em câmara climática .....                   | 76  |
| Efeitos do estresse térmico sobre parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hormonais de ovinos nativos de diferentes genótipos em câmara climática ..... | 96  |
| Índices de adaptabilidade e produtividade de ovinos Soinga no Cariri cearense .....                                                                    | 121 |
| Avaliação das respostas fisiológicas e adaptativas de ovelhas Soinga criadas no Cariri cearense .....                                                  | 133 |
| Raça ovina Soinga no semiárido brasileiro: uma síntese das evidências científicas de adaptação.....                                                    | 151 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                                                                                              | 166 |



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
**Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5**  
**Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro**

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**ISBN 978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 1**

**Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido  
brasileiro**

**Soinga sheep: origin, racial characteristics and adaptation to the Brazilian semi-arid region**

**Fabiola Franklin de Medeiros<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Fábio Santos do  
Nascimento<sup>1</sup>; Gabriel de Queiroz Rodrigues<sup>1</sup>; Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Luanna  
Figueirêdo Batista<sup>1</sup>; Talícia Maria Alves Benício<sup>2</sup>; Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>3</sup>;  
José Antônio Pires da Costa Silva<sup>1</sup>; Danilo Leite Fernandes<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Palmas, Tocantins, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE), Crato, Ceará, Brasil.

\*Autor correspondente: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c01.2026>

**RESUMO**

O grupo genético Soinga apresenta características favoráveis ao desenvolvimento da ovinocultura na região semiárida, destacando-se por sua resistência e precocidade. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamácia, originária da Itália, Morada Nova variedade branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somalis Brasileira, originária da África do Sul. O grupo de

pesquisa liderado pelo Prof. Titular Dr. Bonifácio Benicio de Souza, da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), vem desenvolvendo pesquisas com o Soinga desde o ano de 2019, com diversos estudos visando contribuir para o maior conhecimento desses ovinos e consolidar seu reconhecimento oficial como mais uma raça ovina com potencial para enfrentar as mudanças climáticas no semiárido. Entre as principais características raciais, destacam-se cabeça e pescoço com perfil semi-convexo ou retilíneo, chanfro curto, fronte larga, ausência de chifres, focinho curto e bem proporcionado, narinas bem dilatadas, mandíbulas fortes e simétricas, além de orelhas bem inseridas na base do crânio, de tamanho médio, formato cônico e terminação lanceolada, com o pavilhão auricular direcionado para a face do animal. A pelagem deve ser branca com cabeça preta, apresentando entrada triangular branca na nuca em direção ao chanfro até a linha dos olhos. São considerados animais rústicos, adaptados às condições edafoclimáticas do semiárido nordestino.

**Palavras-chave:** coeficiente de tolerância ao calor; produção de ovinos; zootecnia.

## **ABSTRACT**

The Soinga genetic group presents favorable characteristics for sheep production in the semi-arid region, standing out for its resistance and precocity. Soinga resulted from the crossing of the Bergamacia breed, originally from Italy, the white variety of Morada Nova, selected in Northeastern Brazil, and the Brazilian Somalis breed, originally from South Africa. The research group led by Prof. Dr. Bonifácio Benicio de Souza, Full Professor at the Academic Unit of Veterinary Medicine of the Federal University of Campina Grande (UFCG), has been developing studies with Soinga sheep since 2019, aiming to contribute to greater knowledge of these animals and to consolidate their official recognition as another sheep breed with the potential to face climate change in the semi-arid region. Among the main racial characteristics are the head and neck with a semi-convex or straight profile, short muzzle, broad forehead, absence of horns, short and well-proportioned snout, well-dilated nostrils, strong and symmetrical jaws, and ears well inserted at the base of the skull, of medium size, conical shape and lanceolate ending, with the auricular pavilion directed toward the animal's face. The coat should be white with a black head, presenting a white triangular marking on the nape extending toward the muzzle up to the eye line. These animals are considered rustic and adapted to the edaphoclimatic conditions of the Northeastern Brazilian semi-arid region.

**Keywords:** heat tolerance coefficient; sheep production; animal science.

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura no semiárido brasileiro demanda genótipos adaptados às condições ambientais caracterizadas por elevadas temperaturas, intensa radiação solar e irregularidade hídrica. Nesse contexto, o desenvolvimento de grupos genéticos com maior rusticidade, eficiência produtiva e capacidade adaptativa representa importante estratégia para a sustentabilidade dos sistemas de produção animal na região.

No Nordeste brasileiro o veterinário José Paz de Melo, realizou cruzamentos obtendo, por fim, o grupo genético Soinga, que de acordo com grande parte dos criadores, vem se consolidando em uma das melhores opções para o semiárido. Para chegar a este resultado, o veterinário iniciou os estudos em 1968 em Ingazeira, Pernambuco, Brasil; partindo desses estudos, foram mais 20 anos de pesquisas.

O Soinga é resultado de cruzamento entre as raças Bergamácia, originária da Itália, Morada Nova, variedade branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somalis Brasileira, da África do Sul; um ovino rústico, precoce, pesado e prolífero, num habitat totalmente integrado às condições adversas do Semiárido (MEDEIROS et al., 2019). O processo iniciou-se com o cruzamento de um reprodutor Somalis Brasileira e quarenta matrizes (1/2 Bergamácia + 1/2 Morada Nova) oriundas do cruzamento do reprodutor PO Bergamácia e fêmeas Morada Nova variedade branca, todos os animais numerados, com número zero, na orelha direita. As crias resultantes deste cruzamento tiveram as numerações subsequentes na mesma orelha até a oitava geração. A escolha de reprodutores foi realizada, buscando-se através de seleção, o melhor exemplar por cada etapa ou fase, visando-se à próxima sequência, e, assim, sucessivamente. Em outubro de 2007, foi criada a Associação dos Criadores de Ovinos Soinga do Brasil - ABCSOINGA, em 2008 foi constituído um conselho técnico que revisou o padrão racial e iniciou a catalogação dos reprodutores e matrizes.

O ovino Soinga é considerado por criadores como uma raça nobre, devido à sua carne marmorizada, o que significa que a gordura entremeada nas fibras da carne pode ser vista no corte. Além disso, também é considerada por especialistas como uma carne de excelente sabor.

"O sabor da carne e a resistência do animal são o carro-chefe do Soinga, mas apresenta outras características relevantes, como autossuficiência de leite, a mortalidade reduzida, é um animal muito prolífero, precoce e tem habilidades maternas muito boas", (SALUSTINO, 2019).

Segundo o presidente da ABCSOINGA, Inácio José Salustino, o acompanhamento pela associação é que haja cerca de 6.600 cabeças de 95 criadores. Além desses criadores, estima-se que existam muitos outros criadores informais. O grupo genético Soinga apresenta características para o desenvolvimento da ovinocultura na região semiárida, sendo resistente e precoce, porém ainda fazem-se necessárias pesquisas sobre a raça que comprovem todas as respostas descritas pelos produtores, para melhor conhecimento e produção da mesma (MEDEIROS et al., 2019).

O grupo de pesquisa liderado pelo Prof. Titular Dr. Bonifácio Benício de Souza, da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária – Campus de Patos – CSTR-UFCG, vem desenvolvendo pesquisas com o Soinga desde o ano de 2019. Com diversos estudos visando contribuir para o maior conhecimento desses ovinos para consolidar o seu reconhecimento oficial como mais uma raça de ovinos com potencial para enfrentar as mudanças climáticas no semiárido. Já foram desenvolvidas diversas Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado: Caracterização fenotípica, termotolerância e desempenho produtivo do grupo genético de ovinos Soinga no semiárido brasileiro. Tese de doutorado concluída e defendida - UFCG. 2020. Autora: Fabíola Franklin de Medeiros; Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico. Dissertação de Mestrado concluída e defendida – UFCG. 2019; Autor: Fábio Santos Do Nascimento; Avaliação dos parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas no semiárido. Dissertação de Mestrado concluída e defendida – UFCG. 2021. Autor: Gabriel de Queiroz Rodrigues; Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga no semiárido brasileiro", Autora: Luanna Figueirêdo Batista. UFCG, 2022. Índices de adaptabilidade, de produtividade e de reprodução de ovinos do grupo genético Soinga no Cariri Cearense, Tese concluída e defendida – UFCG. 2022. Autor: Danilo Leite Fernandes. Contudo, há ainda carência de pesquisas para melhor conhecimento dessa raça de ovinos.

## **2 PADRÃO RACIAL DA RAÇA OVINA SOINGA**

Segundo o padrão racial oficial da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), a raça ovina Soinga foi formada a partir do cruzamento das raças Morada Nova variedade branca,

Somalis Brasileira e Bergamácia Brasileira. Os primeiros cruzamentos ocorreram em 1988, na Fazenda Xique-Xique, localizada no município de Ingazeira, Pernambuco, tendo o processo de seleção, evolução genética e homologação racial sido consolidado posteriormente no estado do Rio Grande do Norte.

A raça caracteriza-se por apresentar animais deslanados de porte médio, com pelagem branca e cabeça preta, elevada habilidade materna, prolificidade e reconhecida adaptação às condições edafoclimáticas do semiárido nordestino. Os machos adultos apresentam peso corporal variando de 40 a 70 kg, enquanto as fêmeas apresentam peso entre 40 e 60 kg.

O padrão racial estabelece que a cabeça deve apresentar perfil semi-convexo ou retilíneo, fronte larga, ausência de chifres, focinho curto e bem proporcionado, narinas amplas e mandíbulas fortes e simétricas. As orelhas devem possuir tamanho médio, formato cônico com extremidade lanceolada e inserção adequada na base do crânio. O pescoço deve ser curto e musculoso nos machos e mais alongado nas fêmeas, podendo apresentar brincos e leve barbela.

O tronco deve ser longo, cilíndrico, largo e profundo, com boa conformação muscular. A linha dorso-lombar deve ser reta, a garupa longa e levemente inclinada e a cauda de base triangular, não ultrapassando a linha dos jarretes. Os membros devem apresentar ossatura forte, bons aprumos e cascos predominantemente escuros.

A pelagem constitui uma das principais características distintivas da raça, sendo predominantemente branca com cabeça preta e apresentando uma marca triangular branca na região da nuca em direção ao chanfro até a linha dos olhos. O padrão racial admite a presença de uma única mancha preta no tórax, com até 10 cm de diâmetro, bem como pequena área branca na extremidade do focinho, desde que não se conecte ao branco do chanfro nem se prolongue pela mandíbula em direção ao pescoço. Também são permitidas manchas pretas abaixo da linha ventral, desde que o somatório de suas dimensões não ultrapasse 10 cm de diâmetro.

Nos animais com mais de 36 meses de idade é considerada aceitável uma maior presença de pelos pretos distribuídos pelo corpo. Na região ventral, admite-se a ocorrência de manchas pretas no prepúcio com até 10 cm de diâmetro, sendo também permitida a pigmentação totalmente preta dos órgãos reprodutivos externos, incluindo testículos e vulva. A pele deve apresentar pigmentação completa, enquanto a mucosa nasal deve possuir, no mínimo, 50% de pigmentação.

Quanto à aptidão zootécnica, a raça Soinga apresenta vocação para produção de carne e pele, destacando-se pela rusticidade, resistência e elevada capacidade de adaptação às condições

climáticas do semiárido brasileiro. Essas características fazem da raça uma importante alternativa para sistemas sustentáveis de produção ovina em regiões tropicais, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelas condições ambientais predominantes no Semiárido brasileiro. (ARCO, 2026).

## 2.1 Origem e Aspectos Gerais

O ovino Soinga formou-se no estado do Rio Grande do Norte, sendo uma raça genuinamente potiguar, originada do cruzamento de três raças, a Morada Nova variedade branca, Somalis Brasileira e Bergamácia brasileira. A primeira selecionada no Nordeste Brasileiro, a segunda originada na África do Sul e a terceira com origem na Itália. O Soinga é um ovino de porte médio, deslanado, de pelagem branca com a cabeça preta apresentando infiltração do branco até a linha dos olhos, alta habilidade materna, prolífero e adaptado à região semiárida do Nordeste Brasileiro.



Figura 1. Matriz e reprodutor Soinga.

Fonte: Medeiros (2019).

## 2.2 Cabeça e Pescoço

A cabeça e pescoço do ovino Soinga deve apresentar, perfil semi-convexo ou retilíneo, chanfro curto, fronte larga, sem chifre, focinho curto bem proporcionado, narinas bem dilatadas,

mandíbulas fortes e simétricas, orelhas bem inseridas na base do crânio, tamanho médio em forma cônica com terminação lanceolada e com o pavilhão auricular direcionado para a face do animal (Figura 1). O pescoço deve ser curto, forte, bem musculoso para os machos, alongado nas fêmeas, bem inserido ao tórax, podendo apresentar brincos e leve barbela nos machos e nas fêmeas (Figura 2).

### **2.3 Corpo e Membros**

O tronco do ovino Soinga deve ser longo, cilíndrico, largo, profundo e com costelas arqueadas. O peito deve ser largo, arredondado, profundo e com boa massa muscular. Linha dorso-lombar deve ser reta, permitindo uma leve depressão após a cernelha, musculosa e tender para a horizontal. A garupa deve ser larga, longa, com suave inclinação e sem presença de acúmulo de gordura na base da cauda. Cauda com base triangular, comprimento médio e afinando proporcionalmente, não ultrapassando a linha dos jarretes, os membros devem ter ossos finos e fortes, de pronunciados vigor, de bons aprumos, suportando naturalmente o seu peso, cascos escuros sendo permissíveis cascos rajados (Figura 2).

Guerreiro et al. (2017) estudando as características morfométricas de ovinos Soinga com 3 meses de vida, alimentados com palma forrageira, relataram peso vivo de 21,8 kg, comprimento corporal de (54,64 cm), altura do anterior (56,78 cm), Altura posterior (57,21 cm), O perímetro torácico (65,21 cm) e a circunferência escrotal (23,07 cm).

### **2.4 Pelagem**

A pelagem do ovino Soinga deve ser branca com cabeça preta, apresentando entrada triangular branca na nuca em direção ao chanfro até a linha dos olhos (Figura 3). Sendo permissível uma mancha preta única no tórax (até 10 cm de diâmetro), ponta do focinho branca não podendo se encontrar com o branco do chanfro e não podendo descer pela mandíbula em direção ao pescoço. Manchas pretas abaixo da linha ventral não podem ultrapassar 10 cm de diâmetro no somatório das manchas, nos animais com mais de três mudas uma maior presença de pelos pretos no corpo. No ventre é aceitável manchas pretas no prepúcio de até 10 cm de diâmetro, como também os órgãos

reprodutivos (testículos e vulvas) podem ser totalmente pretos. A mucosa da pele deve apresentar 100% de pigmentação. A mucosa nasal deverá apresentar no mínimo 50% de pigmentação.



Figura 2. Reprodutores Soinga, evidenciando corpo e membros.

Fonte: Medeiros (2019).



Figura 3. Ovinos Soinga de primeira muda com área do costado submetida à depilação para verificação da coloração da pele.

Fonte: Medeiros (2017).

## 2.5 Adaptação e Aptidão

São considerados animais rústicos, adaptam-se às condições edafoclimáticas do semiárido nordestino (Figura 4). Para Nascimento (2019), ao realizar o teste agudo por calor (ITC) o Soinga mostrou-se igualmente tolerante às condições de estresse por calor quando comparado com o Santa Inês. O Soinga apresenta aptidão para carne e pele, Ferreira (2017) estudando a carcaça de ovinos Soinga encontrou um rendimento de carcaça quente de 48,4 %.

O clima exerce forte efeito sobre o bem-estar animal, produção e produtividade sendo considerado fator regulador ou mesmo limitador da exploração animal para fins econômicos. Os fatores ambientais, nutricionais e de manejo estão intrinsecamente ligados ao processo produtivo e devem ser levados em consideração quando se busca uma maior eficiência na exploração pecuária. Os índices de conforto térmico são ferramentas bioclimatológicas fundamentais na busca e seleção de animais mais adaptados às condições climáticas do semiárido (FERNANDES, 2022; BATISTA, 2022; RODRIGUES, 2022; MEDEIROS, 2020; NASCIMENTO, 2019; RODRIGUES et al., 2023; ROBERTO E SOUSA, 2011).

Os ovinos Soinga têm demonstrado alta adaptabilidade às condições do semiárido conforme diversas pesquisas realizadas (RODRIGUES et al., 2023; FERNANDES, 2022; BATISTA, 2022; RODRIGUES, 2022; MEDEIROS, 2020; NASCIMENTO, 2019).

Os parâmetros climáticos ou ambientais são analisados através da coleta de dados, como: temperatura máxima e mínima, temperatura do bulbo seco e de bulbo úmido, temperatura do globo negro, umidade relativa do ar, além do índice de temperatura e umidade (THI) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), ambos obtidos através de equações (NÓBREGA, 2011). Na região tropical, durante boa parte do ano a temperatura do ar, juntamente com outros parâmetros ambientais, pode provocar estresse nos animais, que buscam se ajustar, aumentando a dissipação de calor por meio principalmente da termólise cutânea e da respiratória (SILVA, 2000).

Segundo Aiura et al. (2010), a habilidade de muitos animais para desenvolver-se sob condições quentes correlaciona-se com as respostas compensatórias como aumento da atividade respiratória e da taxa de sudação sendo esses parâmetros importantes para se verificar a adaptabilidade de animais a um determinado ambiente.



Figura 4. Ovinos Soinga criados na Caatinga sem suplementação alimentar.

Fonte: Medeiros (2019).

Baêta & Souza (2010), afirmam que a adaptabilidade pode ser avaliada pela habilidade que o animal tem de se ajustar às condições médias ambientais de climas desfavoráveis, com mínimas perdas produtivas e reprodutivas, elevada resistência a doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade durante o período de estresse. Ainda segundo Façanha et al. (2013), características de pelame e epiderme, reações como taquipneia e sudação são importantes termorreguladores, bons indicadores e seguros de adaptabilidade do animal ao ambiente que está inserido.

A pele dispõe de estruturas para a perda de calor. Constitui o maior órgão em extensão do corpo dos animais, representando uma barreira natural entre o organismo e o meio externo, cuja principal função é a de proteção contra os agentes físicos, químicos e microbiológicos (SILVA et al., 2010). É composta por duas camadas (epiderme e a derme) e órgãos anexos (os folículos pilosos, as glândulas sudoríparas e sebácea, e os cascos).

A avaliação da frequência respiratória, temperatura retal, temperatura de superfície, e de características morfológicas de pelame, pele e glândulas sudoríparas, são os principais parâmetros na avaliação da capacidade adaptativa de animais em regiões tropicais, demonstrando a capacidade

que o animal apresenta de manter sua homeotermia através dos processos sensíveis (condução, convecção e radiação) e insensíveis (evaporativa e sudorese) de dissipação de calor.

Rodrigues et al. (2023) estudando as respostas fisiológicas: frequência Respiratória, Temperatura retal e o Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC) comparando o grupo genético Soinga com o mestiço com Santa Inês, verificaram elevada capacidade de tolerância ao calor desse grupo genético.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grupo genético Soinga tem origem no semiárido, com boas características favoráveis à adaptação ao clima quente, com capacidade de produzir e reproduzir bem nessa região de clima seco, podendo enfrentar os efeitos das mudanças climáticas, sendo assim um grupo genético de ovinos, em desenvolvimento, de muita importância para o aprimoramento da ovinocultura sustentável no semiárido.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE OVINOS SOINGA DO BRASIL (ABCSOINGA). **Padrão racial da raça ovina Soinga**. [S.l.]: Superintendência do Ministério da Agricultura, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS (ARCO). **Padrão racial da raça ovina Soinga**. Bagé, RS: ARCO, 2026. Disponível em: <https://www.arcoovinos.com.br/PadraoRacial/Details/41>. Acesso em: 4 jun. 2026.

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p.605-608, 2010.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. 2ª ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.

FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.91-103, 2013.

FERREIRA, J. C. D. S. **Características de carcaça de ovinos Soinga e Mestiços alimentados com palma forrageira miúda e orelha de elefante mexicana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 58p. 2017.

GUERREIRO, A. L.; AGUIAR, E. M.; FERREIRA, J. C. D. S. et al. Caracterização morfológica de dois grupamentos genéticos alimentados com palma miúda e orelha de elefante

mexicana. **Anais...** XII congresso Nordestino de Produção Animal, 2017. Petrolina, PE. Disponível em: [http://www.cnpa2017.univasf.edu.br/files/anais\\_2017.pdf](http://www.cnpa2017.univasf.edu.br/files/anais_2017.pdf), acesso em 02 de dezembro de 2019.

MEDEIROS, F. F.; SOUZA, F. F.; PIRES, J. P. D. S.; NASCIMENTO, F. S. D.; SOUZA, B. B. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: II congresso internacional da diversidade do semiárido. v. 1, 2017, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: REALIZE, 2017, p. 1-4.

MEDEIROS, F.F. **Adaptabilidade, desempenho produtivo e características do tegumento de ovinos Soinga e Santa Inês**. Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020. 80f. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/25568/1/FAB%c3%8dOLA%20FRANKLIN%20DE%20MEDEIROS%20-%20TESE%20PPGCSA%202020.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

NASCIMENTO, F.S.do. **Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico**. 2019, 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB, 2019.

NOBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; MANGUEIRA, J. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido paraibano, **Revista Verde**, v.6, p:67-73, 2011.

RODRIGUES, G.Q. et al. Parâmetros fisiológicos de ovinos soinga em diferentes épocas do ano. **Revista Coopex**, v. 14, n.01, p.1566- 1577, 2023. Disponível em: <https://coopex.unifip.edu.br/index.php/coopex/article/view/238/339>. Acesso em: 11 de julho de 2023.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUSA, O. B.; et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.142-148, 2010.

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



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

## **CAPÍTULO 2**

### **Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Soinga e Santa Inês no Semiárido Brasileiro**

**Heat Tolerance Evaluation of Soinga and Santa Inês Sheep in the Brazilian Semiarid Region**

**Fábio Santos do Nascimento<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Antônio Fernando de Melo Vaz<sup>1</sup>; Fabíola Franklin de Medeiros<sup>1</sup>; Luanna Figueiredo Batista<sup>1</sup>; Valdir Moraes de Almeida<sup>1</sup>; Luiz Henrique de Souza Rodrigues<sup>1</sup>; Antonio Leopoldino Neto<sup>1</sup>; Ribamar Weríssimo Macêdo<sup>1</sup>; Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Juliana Paula Felipe de Oliveira<sup>2</sup>; Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Sergipe, Brasil.

\*Autor correspondente: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.2026.c02>

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico. Foram utilizados 24 ovinos machos, com média de 150 dias de idade e peso inicial de 20,00 ± 3,00 kg, distribuídos em grupos alimentados com silagem de sorgo e concentrado nas proporções volumoso: concentrado de 50:50 e 70:30. Avaliaram-se variáveis

ambientais como temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro, com cálculo do ITGU e da carga térmica de radiação (CTR). Os parâmetros fisiológicos analisados foram frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS) e temperatura retal (TR), além dos índices de tolerância ao calor (ITC e CTC). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com avaliações antes, durante e após o estresse térmico. As médias de temperatura ambiente ultrapassaram a zona de conforto térmico (20–30 °C) e a temperatura crítica (35 °C), sendo a TGNsol mais elevada às 13 h. O ambiente térmico influenciou significativamente as respostas fisiológicas. Imediatamente após o estresse, a FR aumentou ( $P<0,05$ ), assim como a TS e a TR, com destaque para o genótipo Santa Inês, que apresentou maior TR nesse período. O genótipo Soinga demonstrou menor TS e TR ( $P<0,05$ ) após o estresse, indicando maior adaptabilidade ao calor. As dietas não influenciaram as respostas fisiológicas nem a tolerância térmica. Conclui-se que o ambiente térmico exerce forte efeito sobre os genótipos e que o Soinga foi mais tolerante ao estresse térmico que o Santa Inês.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade; Estresse térmico; Ovinos; Semiárido.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate and compare the adaptability of Soinga and Santa Inês genotypes according to diet and thermal environment. Twenty-four male sheep, approximately 150 days old with an initial live weight of  $20.00 \pm 3.00$  kg, were used and grouped by diet: sorghum silage and concentrate in roughage:concentrate ratios of 50:50 and 70:30. Environmental variables evaluated included ambient temperature, relative humidity, and black globe temperature, with the calculation of the black globe humidity index (BGHI) and radiation thermal load (RTL). Physiological parameters included respiratory rate (RR), surface temperature (ST), and rectal temperature (RT), along with heat tolerance indices (HTI and HTC). A completely randomized design was used in a factorial scheme, with evaluations before, during, and after thermal stress. Ambient temperatures exceeded the thermal comfort zone (20–30 °C) and the critical threshold (35 °C), with solar black globe temperature highest at 1 p.m. The thermal environment significantly affected physiological responses. Immediately after stress, RR, ST, and RT increased ( $P<0.05$ ), with Santa Inês showing higher RT. Soinga had lower ST and RT ( $P<0.05$ ) after stress, indicating greater heat adaptability. Diets did not influence physiological responses or thermal tolerance. It is concluded that the

thermal environment strongly affects the genotypes, and Soinga is more heat-tolerant than Santa Inês.

**Keywords:** Adaptability; Heat stress; Sheep; Semiarid region.

## INTRODUÇÃO

A região Nordeste concentra grande parte do rebanho ovino brasileiro e se destaca pelo potencial produtivo desta espécie, cujas características adaptativas favorecem sua produção nos mais variados ecossistemas da região (NOBRE et al., 2016).

O Semiárido se caracteriza por apresentar alta incidência de radiação solar e elevadas temperaturas, ocasionando condições estressantes aos animais durante grande parte do ano (Sousa Junior et al., 2008), tornando-se imprescindível avaliar a interação dos animais com o ambiente para conhecer a capacidade de adaptação dos genótipos explorados (NOBREGA et al., 2011).

Baccari Junior (2001) relata que a ingestão de alimentos também influencia a produção de calor nos ruminantes, a quantidade e a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com consequente aumento das variáveis fisiológicas.

Em condições de temperaturas elevadas e reduzido gradiente térmico as formas sensíveis de perda de calor tornam-se menos eficazes, entrando em ação a termólise evaporativa por meio da frequência respiratória e sudorese para manutenção da homeotermia (NOBREGA et al., 2011; SOUZA et al., 2015).

O ambiente influencia significativamente a adaptação e a produtividade dos animais homeotérmicos. Com isso, o número de pesquisas relacionadas à identificação de genótipos mais adaptados tem se intensificado, objetivando minimizar as perdas econômicas decorrentes dos efeitos do clima sobre a produção animal nos trópicos (BORGES et al., 2016).

O estudo das variáveis ambientais e dos parâmetros fisiológicas tem o papel de diagnosticar as condições climáticas e identificar genótipos mais adaptados à determinada região (ROBERTO et al., 2014). Além dos parâmetros fisiológicos, são realizados testes de tolerância ao calor com o intuito de auxiliar a mensuração da adaptabilidade, através da capacidade animal em manter a homeotermia (ROCHA et al., 2009). Podendo dessa forma, preservar os recursos genéticos com elevado grau de tolerância ao calor para assegurar a produção, frente ao aquecimento global e as mudanças climáticas (SOUZA et al., 2015).

Devido à inexistência de trabalhos que comprovem cientificamente os atributos de rusticidade dos ovinos Soinga, se faz necessário avaliar como reagem ao estresse térmico e qual o grau de adaptação deles às condições de semiárido. Com isso, objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, através das respostas fisiológicas e dos testes de tolerância ao calor.

## **2 MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1 Local do estudo**

O trabalho foi desenvolvido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Patos, PB, Brasil. A região se localiza a uma latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250 m e apresenta um clima BSh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

### **2.2 Animais e manejo experimental**

Os procedimentos utilizados para o manejo e cuidados com os animais teve parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão de Ética no Uso de Animais (C E P/CEUA) da UFCG/CSTR e foi aprovado sob o protocolo nº 55-2017, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica.

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade, com peso vivo inicial médio de 20,00 ± 3,00 kg, divididos em grupos de 12 animais dos genótipos (Soinga e Santa Inês), ambos de origem no nordeste brasileiro. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamácia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileiro e o Santa Inês das raças Bergamácia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD). Antes do início do experimento todos os animais receberam tratamento anti-helmíntico e vacinação contra

clostridioses. O período experimental foi de 15 dias de adaptação e 45 dias de coleta de dados, totalizando 60 dias entre os meses de setembro a dezembro de 2017.

Os animais foram confinados em galpão de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento a uma altura de 2,25 m do chão e distribuído individualmente em baias de madeira com piso ripado medindo 1,0 m<sup>2</sup>, contendo comedouro e bebedouro. Os animais receberam alimentação duas vezes ao dia (08e 16 h) de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*. As dietas utilizadas foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído, núcleo mineral, calcário calcítico e cloreto de sódio nas relações volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) Tabela 1. Ambas formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia.

**Tabela 1** Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.

| Ingredientes                        | % de matéria seca |             |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|
|                                     | V:C (50:50)       | V:C (70:30) |
| Silagem de sorgo                    | 50,00             | 70,00       |
| Milho triturado                     | 25,10             | 5,03        |
| Farelo de soja                      | 23,10             | 24,67       |
| Núcleo mineral <sup>a</sup>         | 1,00              | 0,20        |
| Calcário calcítico                  | 0,30              | 0,10        |
| NaCl <sup>b</sup>                   | 0,50              | 0,00        |
| Composição calculada                |                   |             |
| Proteína bruta (PB)                 | 16,44             | 16,44       |
| Extrato etéreo (EE)                 | 5,08              | 5,17        |
| Fibra em detergente neutro(FDN)     | 36,29             | 45,76       |
| Fibra em detergente ácido (FDA)     | 23,39             | 30,59       |
| Nutrientes digestíveis totais (NDT) | 67,28             | 62,28       |

<sup>a</sup>Núcleo mineral: concentração por quilograma – 149,2 g de Ca, 80,0 g de P, 10,0 g de Mg, 139,0 de Na, 85,0 mg de Co, 12,0 mg de S, 1.300,0 mg de Fe, 100,0 mg de I, 1.000,0 mg de Mn, 140,0 mg K, 2500,0 mg de Zn e 800,0 mg de F.

<sup>b</sup>NaCl: Cloreto de sódio

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, durante 72h. Posteriormente, todos os alimentos foram

processados em moinho de facas tipo Wiley (Tecnal<sup>®</sup>, Piracicaba, BR), utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 - AOAC, 1990), proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método de Van Soest et al. (1991). Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos foram utilizadas as equações do NRC (2007).

## 2.3 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %), temperatura de globo negro (TGN, °C) foram registradas a cada hora, durante todos os dias de experimento por meio de um datalogger (HOBO<sup>®</sup>U12-013, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA) acoplado a dois globos negro, um instalado dentro do galpão e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. A leitura dos dados ambientais registradas no datalogger e a determinação do ponto de orvalho (PO, °C) foram realizadas pelo software (HOBOWare<sup>®</sup> versão 3.7.13, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA). Os valores da velocidade do vento (V, m s<sup>-1</sup>) foram obtidos através do anemômetro digital (AM 4201, Lutron Electronic Enterprise CO., LTD, Taipei, TW).

Com os dados ambientais obtidos foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, conforme proposto por Buffington et al. (1981), através da fórmula:  $ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$  onde:  $T_{gn}$  é a temperatura do globo negro (°C) e  $T_{po}$  é a temperatura do ponto de orvalho (°C). A carga térmica de radiação (CTR) calculada dentro e fora do galpão foi estimada pela expressão citada por Esmay (1969):  $CTR = \sigma (TRM)^4$ , em que, CTR é dada em Wm<sup>-2</sup>;  $\sigma$  é a constante de Stefan- Boltzman ( $5,67 * 10^{-8}$  Wm<sup>-2</sup> K<sup>-4</sup>) e TRM a temperatura radiante média(K). A TRM é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão com a qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente considerado (BOND et al., 1954), obtida pela equação:  $TRM = 100 * [2,51 * v^{1/2} * (T_{gn} - T_a) + (T_{gn}/100)^4]^{1/4}$ , em que a TRM é dada em (K); v é a velocidade do vento em (m s<sup>-1</sup>),  $T_a$  é a temperatura ambiente (K) e  $T_{gn}$  é a temperatura de globo negro (K).

## 2.4 Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR,  $\text{mov m}^{-1}$ ), temperatura superficial (TS, °C) e temperatura retal (TR, °C), foram mensurados quinzenalmente às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse), às 15h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse) e às 16 h quando estes já tinham retornado à sombra e permaneceram, na mesma, por mais uma hora (uma hora após o estresse).

A aferição da FR foi realizada por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) colocado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos e posteriormente multiplicando-se este valor por quatro, obtendo-se assim, o número de movimentos respiratórios por minuto.

Foram realizadas imagens do lado direito de cada animal dos diferentes genótipos através da câmera termográfica de infravermelho (Fluke® Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software (SmartView® versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA) e determinou-se a TS média do corpo do animal.

Para obtenção da TR utilizou-se um termômetro clínico digital com escala de 32 a 42,9 °C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronic & Instruments Co. Ltd., Hangzhou, CN) introduzido no reto do animal, permanecendo em contato com a mucosa até sinalização sonora indicando a estabilização da temperatura.

## **2.5 Testes de tolerância ao calor**

O ITC avalia a eficiência termolítica dos animais, sendo expresso em uma escala de 0 a 10, na qual valores mais próximos de 10 indicam maior tolerância ao calor.

Para avaliação da adaptabilidade dos genótipos, calculou-se o Índice de Tolerância ao Calor (ITC), adaptado de Baccari Júnior et al. (1986), por meio da fórmula:  $\text{ITC} = 10 - (\text{TR}_2 - \text{TR}_1)$  em que  $\text{TR}_2$  corresponde à temperatura retal obtida às 16 h, após os animais permanecerem durante 1 h expostos à radiação solar direta e, posteriormente, retornarem ao ambiente sombreado por mais 1 h; e  $\text{TR}_1$  corresponde à temperatura retal mensurada às 13 h, após 2 h de permanência dos animais à sombra. O ITC avalia a eficiência de dissipação do calor corporal, sendo expresso em uma escala

de 0 a 10. Quanto mais próximo de 10 for o valor obtido, maior será o grau de tolerância ao calor apresentado pelo animal.

Com as médias de TR e FR foi calculado o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos ambientes de sombra e de sol, através do teste de Benezra modificado de acordo com a fórmula  $CTC = (TR/39,5 + FR/25)$  em que, TR é a temperatura retal e FR é a frequência respiratória. Quanto mais próximo de dois for o resultado do CTC mais adaptado ao calor está o animal.

## **2.6. Delineamento experimental e análise estatística**

Para análise das respostas fisiológicas e do CTC foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2 x 3, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três horários de mensuração (13, 15 e 16 h), repetido no tempo. Para análise do ITC foi utilizado um DIC com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2, dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30). A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG - Versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007, Viçosa, MG, BR) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

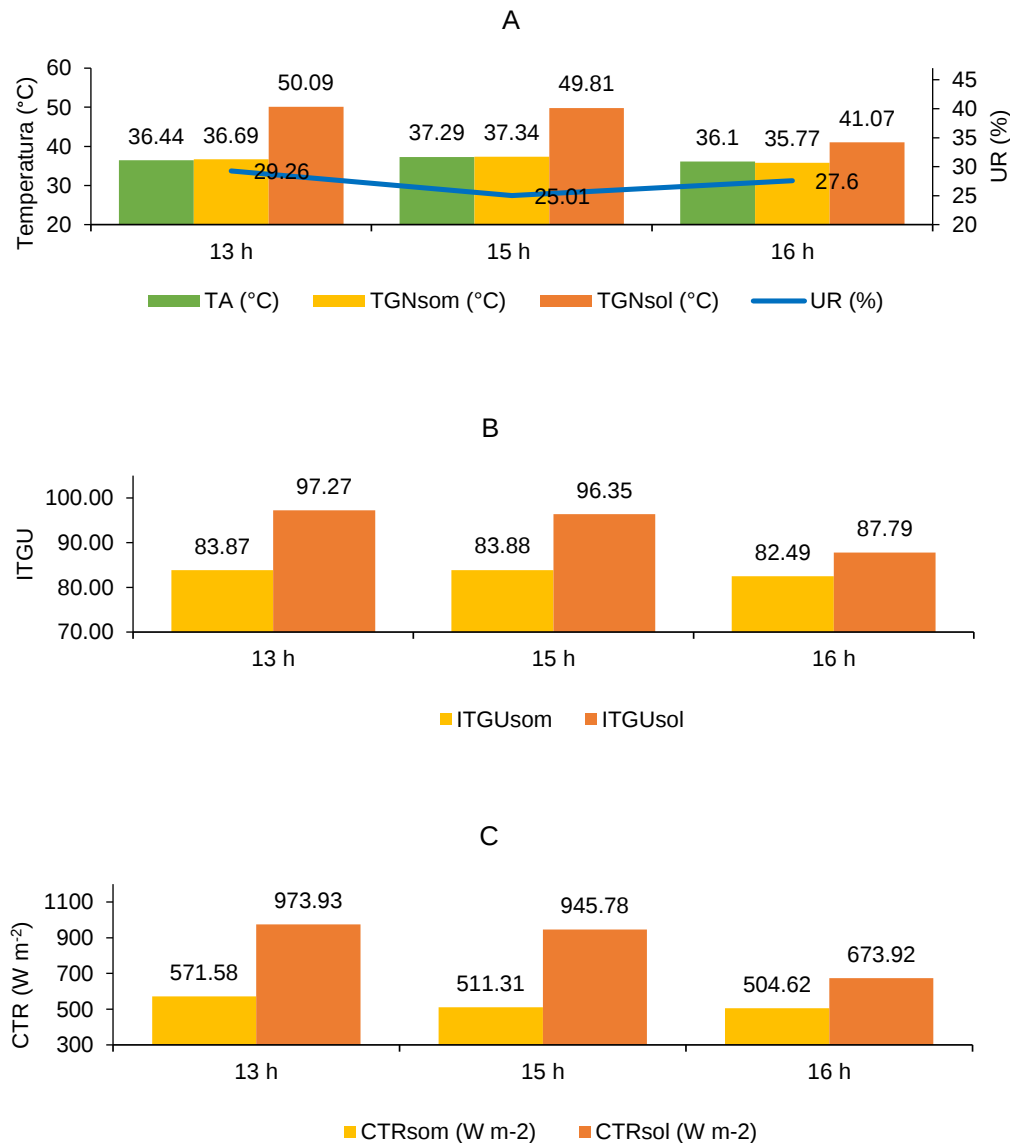
## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As médias das variáveis ambientais TA e UR, bem como TGN, ITGU e CTR na sombra e no sol, observadas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos (13, 15 e 16 h) e a variação dessas variáveis obtidas durante todo o período experimental encontram-se na Figura 1.

As médias da TA encontram-se elevadas nos três horários, sendo que às 15 h foi registrada a maior média para esta variável, com uma amplitude térmica de 1,19 °C em relação ao valor obtido às 16 h, o mais baixo dos horários de avaliação. No entanto, todas as médias situaram-se acima da zona de conforto térmico (ZCT) para ovinos 20 a 30 °C e ultrapassaram a temperatura crítica de tolerância ao calor (35 °C) recomendado por Baêta e Souza (1997).

Nos trópicos a TA média situa-se em geral acima dos 20 °C e a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30 °C por grande parte do ano, muitas vezes

atingindo a faixa entre 35 e 38 °C (Neves et al., 2009; Silva et al., 2015). No presente estudo, as médias de TA ficaram dentro dos limites mencionados pelos autores supracitados e de acordo com os resultados encontrados por Nobre et al. (2016) na mesma região (35,62; 36,44 e 36,02 °C) nos horários das 13, 15 e 16h respectivamente.



**Figura 1.** Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol – TGNsol (A), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGUsom e no sol - ITGUsol (B) e carga térmica de radiação na sombra – CTRsom e no sol – CTRsol (C), nos horários das (13, 15e 16 h) durante o período experimental.

A TGNsom não teve muita variação em relação a TA, situando-se 0,25 e 0,05 °C acima da TA nos horários das 13 e 15 h respectivamente e 0,33 °C abaixo, às 16 h. No entanto, a TGNsol foi

mais elevada em todos os horários em função da incidência de radiação solar direta, atingindo o maior valor às 13 h e menor às 16 h possivelmente devido a inclinação do sol. De acordo com Leite (2012) a TGN é um indicativo do efeito combinado da temperatura, velocidade do ar e da radiação, podendo dessa forma, ser utilizada para avaliar o possível estresse que sofreria um animal nas mesmas condições ambientais.

Em ambos os horários de avaliação a UR manteve-se baixa, caindo 4,25 % das 13 às 15 h e retornou a subir 2,59 % das 15 às 16 h quando a TA decresceu 1,19 °C em relação à média obtida às 15 h. Todas as Médias de UR ficaram abaixo do recomendado para criação de animais domésticos, que acordo com Baêta e Souza (1997) situa-se de 50 a 70 %.

Em ambientes com temperatura elevada e umidade baixa a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação Starling et al. (2002), dessa forma, o desgaste decorrente da perda de água e eletrólitos como veículo de dissipação de calor, pode impor sérios prejuízos na manutenção da homeostase no organismo. No entanto, esses efeitos podem ser contornados através do suprimento de água para recompor as perdas de líquidos decorrentes do processo evaporativo de perda de calor.

Os valores médios de ITGUsom não tiveram muita diferença em relação aos horários de observação, mantiveram-se muito próximo às 13 e 15 h com uma pequena redução (1,39) das 15 h às 16 h. No entanto, o ITGUsol foi elevado nos três momentos de avaliação, contudo houve redução de 0,92 das 13 para às 15 h e 8,56 das 15 para às 16 h.

Os valores de ITGU registrados nos ambientes de sombra e de sol revelam condição de estresse para os animais submetidos a essas condições. Para Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido o ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços. Segundo Souza (2010) ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie. De acordo com Oliveira et al. (2011), numa situação em que o ITGU se encontra acima de 85, associando-se a parâmetros de conforto de calor como a FR, constataram que os ovinos encontravam-se em situação de estresse térmico.

A CTRsom foi mais elevada às 13 h decrescendo 60,27 W m<sup>-2</sup> em relação às 15 h, e deste horário, para as 16 h a redução foi menor, na ordem de 6,69 W m<sup>-2</sup>. Quanto a CTRsol, esta, foi mais elevada em relação a CTR Som com diferenças mais acentuadas nos horários das 13 e 15 h. A CTR Sol também foi mais alta às 13 h com apenas 28,15 W m<sup>-2</sup> de redução em relação às 15 h,

e deste horário para as 16 h decresceu 271,86 W m<sup>-2</sup>. Ribeiro et al. (2008) determinaram a CTR dentro de apriscos com piso de terra batida e cobertura de telhas cerâmicas e registraram valores de 519,8; 529,9 e 543,5 W m<sup>-2</sup>, às 11; 13 e 15 h respectivamente, e relataram que esses valores se situam fora da ZCT para ovinos. Morais et al., (2008) avaliaram o estresse térmico de animais criados em ambiente Semiárido e observaram que nos meses mais quentes a CTR alcançava valores em média de 801,47 W m<sup>-2</sup>.

No Semiárido a elevada TA alta CTR e baixa UR, são comumente observadas durante a maior parte do ano (LEITE, 2016). Nesses casos, verifica-se o estresse térmico, cujos indicadores são mudanças na taxa metabólica, na temperatura corporal e na frequência respiratória. Quando os mecanismos de termólise não são suficientes, os animais passam a estocar calor, o que eleva sua temperatura corporal (FAÇANHA et al., 2013).

As médias da frequência respiratória (FR), encontram-se na Tabela 2. A FR não diferiu estatisticamente (P>0,05) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a FR foi significativamente (P<0,05) maior que nos ambientes antes do estresse às 13 h e 1 h após o estresse às 16 h.

**Tabela 2** Médias da frequência respiratória (FR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

| Fatores             | FR (mov min <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|-----------------------------|
| Genótipos           |                             |
| Soinga              | 116,7 <sup>a</sup>          |
| Santa Inês          | 121,1 <sup>a</sup>          |
| Dietas              |                             |
| 50:50               | 121,4 <sup>a</sup>          |
| 70:30               | 116,4 <sup>a</sup>          |
| Horários            |                             |
| 13 h                | 107,5 <sup>b</sup>          |
| 15 h                | 159,4 <sup>a</sup>          |
| 16 h                | 89,7 <sup>b</sup>           |
| CV <sup>1</sup> (%) | 22,8                        |

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

Silanikove (2000) relata que frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov min<sup>-1</sup>, caracteriza, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente, e acima de 200 mov min<sup>-1</sup>, seria caracterizado estresse severo em ovinos. Dessa forma, pode-se afirmar que os animais sofreram

estresse alto e no horário das 15h após a exposição à radiação solar direta, sob TA mais alta e ITGU elevado o estresse foi mais consistente, demonstrado pelo aumento da FR que ultrapassou 120 mov min<sup>-1</sup>. Os resultados do presente trabalho, corroboram com os encontrados por Nobre et al. (2016) que observarem que ovinos Santa Inês sofreram estresse médio-alto e alto devido aos elevados valores de ITGU no período da tarde nas condições climáticas do Semiárido.

McManus et al. (2009) descreveram que o aumento da FR é necessário para manter a homeotermia e evitar um aumento da temperatura corporal durante a exposição térmica. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que quando os mecanismos de perda de calor sensível não são eficazes o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e frequência respiratória, para manter a temperatura corpórea constante. No entanto, quando o estresse é prolongado os animais podem estocar calor refletindo no aumento da temperatura do corpo.

A análise estatística não revelou efeito significativo ( $P>0,05$ ) para a TS e para a TR em função da dieta. No entanto, houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TS e a TR Tabela 3. A TS dos dois genótipos diferiram significativamente ( $P<0,05$ ) nos três ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse às 15h a TS foi mais alta ( $P<0,05$ ) comparada a dos demais ambientes e no ambiente antes do estresse às 13 h foi mais elevada ( $P<0,05$ ) que no ambiente 1 h após o estresse às 16 h. Ao comparar os genótipos em cada ambiente houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) imediatamente após o estresse às 15 h, o genótipo Soinga apresentou menor TS em relação ao Santa Inês.

**Tabela 3** Médias da temperatura superficial (TS) e da temperatura retal (TR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

| Genótipos                    | Horários            |                    |                     | CV (%) |
|------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------|
|                              | 13 h                | 15 h               | 16 h                |        |
| Temperatura superficial (°C) |                     |                    |                     |        |
| Soinga                       | 39,5 <sup>Ba</sup>  | 42,8 <sup>Ab</sup> | 38,1 <sup>Ca</sup>  | 0,7    |
| Santa Inês                   | 39,6 <sup>Ba</sup>  | 46,1 <sup>Aa</sup> | 36,2 <sup>Ca</sup>  |        |
| Temperatura retal (°C)       |                     |                    |                     |        |
| Soinga                       | 39,2 <sup>ABa</sup> | 39,5 <sup>Ab</sup> | 39,2 <sup>ABa</sup> | 2,2    |
| Santa Inês                   | 39,3 <sup>Ba</sup>  | 39,9 <sup>Aa</sup> | 39,3 <sup>Ba</sup>  |        |

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, entre genótipos, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

A TR no genótipo Soinga foi semelhante nos três horários de aferição, mostrando-se capaz de manter a temperatura corpórea sem alterações mesmo em condições ambientais mais estressantes. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) em função dos horários, observando-se uma maior TR imediatamente após o estresse às 15 h. Quando comparado os dois genótipos não houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) no ambiente antes do estresse às 13 h e no ambiente 1 h após o estresse às 16 h. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h o genótipo Soinga apresentou TR significativamente ( $P<0,05$ ) menor que o genótipo Santa Inês demonstrando ser mais adaptado as condições de estresse térmico.

Nos três ambientes a TS foi estatisticamente diferente, variando de acordo com as alterações da TA e a exposição dos animais à radiação solar direta sobre alta CTR. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que a temperatura do pelame sofre forte influência da temperatura ambiental causando aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, consequentemente, elevação da taxa de fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. De acordo com as perdas evaporativas, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, e o sangue que circula pelas superfícies corpóreas torna-se mais refrigerado (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Avaliando os dois genótipos nas mesmas condições ambientais o Soinga apresentou TS significativamente ( $P<0,05$ ) menor que o Santa Inês imediatamente após o estresse térmico às 15 h. Tal fato, pode estar atrelada a diferença da cor de pelagem dos dois grupos genéticos uma vez que o Soinga apresenta pelagem clara ocorreu maior refletividade dos raios solares e o Santa Inês devido a pelagem escura absorveu mais energia térmica. Silva et al. (2003) citam que animais com pelos mais claros refletem mais energia térmica e absorvem entre 40 e 50% menos radiação do que aqueles com pelagem escura.

Silva et al. (2015) preconizam que em ambientes de alta radiação térmica, a combinação mais adequada seria pelo branco sobre epiderme negra. McManus et al. (2011) ao observarem a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos sobre a tolerância ao calor relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

A TR dos dois genótipos nos ambientes antes do estresse e 1 h após o estresse às 13 e 16 h, respectivamente, permaneceu próximo da normalidade, que para a espécie é em média de 39,1 °C (Reece, 2017). No entanto, a TR do genótipo Santa Inês foi significativamente ( $P<0,05$ ) mais

elevada imediatamente após o estresse às 15 h diferindo dos demais ambientes e do genótipo Soinga, e atingiu o limite máximo para a espécie, que é de 39,9 °C (LIU et al., 2012). O aumento da TR dos ovinos Santa Inês pode ter ocorrido devido ao acúmulo de calor decorrente da maior absorção de energia térmica quando exposto a elevada CTR, alta TA e ITGU acima de 96.

Os resultados de TR do presente trabalho foram inferiores ao encontrado por Cezar et al. (2004), avaliando genótipos Santa Inês, Dorper e seus mestiços em sistema semi-intensivo, verificaram TR de 40 °C no período da tarde sobre ITGU de 82,4. Batista et al. (2014) não observaram diferença significativa com relação à TR de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper de pelagem preta (40,2 °C) e branca (40,3 °C) após exposição à radiação solar direta nas condições de 89,1 de ITGU.

De acordo com os resultados do ITC não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para genótipos e dietas. A média do ITC de 9,9 demonstrou a capacidade dos animais em dissipar o calor absorvido e retornarem à condição antes do estresse, visto que, na escala de (0 a 10), quanto mais próximo de 10, mais adaptado é o animal (BACCARI JUNIOR et al., 1986). De acordo com Costa et al. (2014), as raças Santa Inês e Dorper ao apresentar ITC de (9,8 e 9,6), respectivamente, demonstraram ser bem adaptadas as condições climáticas do Semiárido.

Para Souza et al. (2010) o uso isolado do ITC pode ser ineficaz para conclusões consistentes. Mesmo o animal tendo a capacidade de dissipar o calor adquirido pela radiação direta, quando é reconduzido à sombra, não é revelado o grau de estresse sofrido, nem os meios utilizados para retornar a homeostase. Dessa forma, faz-se necessário a utilização do CTC, visto que este pode quantificar o estresse sofrido imediatamente após a exposição à radiação direta e após o período na sombra.

As médias do CTC encontram-se, na Tabela 4. O CTC não diferiu estatisticamente ( $P>0,05$ ) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h o CTC foi significativamente ( $P<0,05$ ) maior que nos ambientes antes do estresse às 13 h e 1 h após o estresse às 16 h.

Considerando que o CTC ideal seria 2, pode-se observar que em todos os fatores avaliados o CTC se distanciou do valor de referência, demonstrando que os animais sofreram estresse térmico, necessário a alteração das suas respostas fisiológicas para dissipar o calor corpóreo. Imediatamente após o estresse às 15h, o CTC mais elevado, associou-se aos valores mais altos de TR e FR nas mesmas condições ambientais. Souza et al. (2010) relataram que a FR é um parâmetro

relevante na resposta ao estresse térmico, e tem alta correlação com o CTC, contribuindo para a eficácia do teste.

**Tabela 4** Médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13, 15 e 16 h correspondentes aos ambientes (antes do estresse, imediatamente após o estresse e uma hora após o estresse) respectivamente, durante o período experimental.

| <b>Fatores</b>      | <b>CTC</b>       |
|---------------------|------------------|
| <b>Genótipos</b>    |                  |
| Soinga              | 5,7 <sup>a</sup> |
| Santa Inês          | 5,9 <sup>a</sup> |
| <b>Dietas</b>       |                  |
| 50:50               | 5,9 <sup>a</sup> |
| 70:30               | 5,7 <sup>a</sup> |
| <b>Horários</b>     |                  |
| 13 h                | 5,3 <sup>b</sup> |
| 15 h                | 7,4 <sup>a</sup> |
| 16 h                | 4,7 <sup>b</sup> |
| CV <sup>1</sup> (%) | 19,1             |

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

Avaliando a tolerância ao calor de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper, Pires et al. (2015) descreveram que os genótipos obtiveram CTC elevado, na ordem de 7,22, antes do estresse; 10,17, imediatamente após o estresse e 7,83, 1 h após o estresse devido ao aumento da FR registrada nas mesmas condições e aos elevados valores de ITGU na sombra e no sol.

## 4 CONCLUSÕES

As dietas não influenciaram nas respostas fisiológicas e na tolerância ao calor dos genótipos Soinga e Santa Inês. No entanto, o ambiente térmico exerceu forte efeito sobre os parâmetros fisiológicos dos genótipos, sendo que o Soinga se mostrou mais adaptado as condições de estresse por calor que o Santa Inês.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC: AOAC, 1990.

- BACCARI JR., F. Manejo ambiental para produção de leite nos trópicos. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1., 1986. **Anais...** p. 45-53.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142 p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BATISTA, N. L. et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 4, p. 102-108, 2014.
- BOND, T. E. et al. Radiation studies of painted shade materials. **Agricultural Engineering**, v. 35, p. 389-392, 1954.
- BORGES, L. S. et al. O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, n. 1, p. 17-21, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- CEZAR, M. F. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- COSTA, J. H. S. et al. Caracterização do ambiente térmico e adaptabilidade de reprodutores ovinos nativos e exóticos no Cariri paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 350-355, 2014.
- EUSTÁQUIO FILHO, A. et al. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1807-1814, 2011.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1969.
- FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 91-103, 2013.
- LEITE, J. H. G. M. **Aspectos morfofisiológicos associados ao equilíbrio térmico de ovelhas da raça Morada Nova**. 2016. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2016.

LEITE, J. R. D. S. et al. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 443-448, 2012.

LIU, H. W.; CAO, Y.; ZHOU, D. W. Effects of shade on welfare and meat quality of grazing sheep under high ambient temperature. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4764-4770, 2012.

McMANUS, C. et al. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 1, p. 95-101, 2009.

McMANUS, C. et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 121-126, 2011.

MORAIS, D. A. E. F. et al. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 538-545, 2008.

NEVES, M. L. M. W. et al. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.

NOBRE, I. D. S. et al. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 116-126, 2016.

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. 1. ed. Washington, DC: National Academies Press, 2007.

OLIVEIRA, P. T. L. et al. Respostas fisiológicas e desempenho produtivo de ovinos em pasto suplementados com diferentes fontes proteicas. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 185-192, 2011.

PIRES, J. P. S. et al. 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, n. 1, p. 30-36, 2015.

REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

RIBEIRO, N. L. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 614-623, 2008.

ROBERTO, J. V. B. et al. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 1, p. 11-19, 2014.

ROCHA, R. R. C. et al. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p. 1165-1172, 2009.

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

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 1, p. 20-27, 2015.

SILVA, R. G.; LA SCALA JR., N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. **Transactions of the ASAE**, v. 46, n. 3, p. 913-918, 2003.

SOUZA, B. B. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 59-65, 2010.

SOUZA, B. B.; BENÍCIO, A. W. A.; BENÍCIO, T. M. A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 2, p. 42-50, 2015.

SOUZA JÚNIOR, S. C. et al. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 127-137, 2008.

STARLING, J. M. C. et al. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2070-2077, 2002.

VAN SOEST, P. V. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

### **CAPÍTULO 3**

#### **Respostas Fisiológicas e Hematológicas de Ovinos Soinga e Santa Inês Submetidos ao Estresse Térmico**

**Physiological and Hematological Responses of Soinga and Santa Inês Sheep Subjected to  
Heat Stress**

**Fábio Santos do Nascimento<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Antônio Fernando de Melo  
Vaz<sup>1</sup>; Fabíola Franklin de Medeiros<sup>1</sup>; Luanna Figueiredo Batista<sup>1</sup>; Luiz Henrique de Souza  
Rodrigues<sup>1</sup>; Mirella Almeida da Silva<sup>1</sup>; Antonio Leopoldino Neto<sup>1</sup>; Nágela Maria Henrique  
Mascarenhas<sup>1</sup>; Antônio Nelson Lima da Costa<sup>2</sup>; José Valmir Feitosa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

\*Autor correspondente: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c03.2026>

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês, submetidos a diferentes dietas e ambientes térmicos, por meio de parâmetros fisiológicos e hematológicos. O experimento utilizou dietas com silagem de sorgo e concentrado (50:50 e 70:30). Foram registradas variáveis ambientais, como temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro, e calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade. Avaliaram-se temperatura retal

(TR), superficial (TS), frequência respiratória (FR), glicose sanguínea e parâmetros hematológicos. As coletas ocorreram às 13 h (antes do estresse térmico) e às 15 h (após o estresse), quinzenalmente. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado em esquemas fatoriais. Os valores ambientais ultrapassaram os níveis ideais para ovinos. Observou-se interação significativa entre genótipos e ambiente para TR e TS, sendo o Santa Inês mais afetado pelo calor das 15 h ( $P<0,05$ ), com maiores TR e TS. O Soinga apresentou menores médias de TS, TR, FR e níveis de glicose, indicando melhor adaptação ao estresse térmico. A dieta 50:50 resultou em maior glicemia ( $P<0,05$ ). As proteínas plasmáticas totais variaram entre genótipos, dietas e épocas. O Santa Inês apresentou maior concentração de PPT e leucócitos ( $P<0,05$ ). Houve variações significativas nos constituintes eritrocitários e leucocitários entre os fatores avaliados. O genótipo Soinga demonstrou maior adaptabilidade às condições do semiárido, mantendo a maioria dos parâmetros dentro dos padrões fisiológicos, exceto a FR, que foi elevada em todos os grupos.

**Palavras-chave:** Ambiente térmico; Fisiologia animal; Hematologia.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the adaptive capacity of Soinga and Santa Inês genotypes under different diets and thermal environments, using physiological and hematological parameters. Lambs were fed diets based on sorghum silage and concentrate (50:50 and 70:30 ratios). Environmental variables such as ambient temperature, relative humidity, and black globe temperature were recorded, and the black globe humidity index was calculated. Rectal temperature (RT), surface temperature (ST), respiratory rate (RR), blood glucose levels, and hematological parameters were assessed. Measurements were taken at 1:00 p.m. (pre-stress) and 3:00 p.m. (post-stress) every 15 days. A completely randomized factorial design was used. Environmental conditions exceeded ideal thresholds for sheep. There was a significant interaction between genotypes and environment for RT and ST, with Santa Inês showing higher RT and ST under the 3:00 p.m. heat stress ( $P<0.05$ ). Soinga had lower mean ST, RT, RR, and glucose levels, indicating better thermal stress adaptation. The 50:50 diet resulted in higher glycemia ( $P<0.05$ ). Total plasma protein (TPP) levels varied by genotype, diet, and time. Santa Inês showed higher TPP and leukocyte levels ( $P<0.05$ ). Significant differences were found in erythrocyte and leukocyte counts among evaluated factors. Soinga genotype showed greater adaptability to semi-arid conditions,

maintaining most physiological parameters within normal ranges, except for RR, which was elevated across all groups.

**Keywords:** Thermal environment; Animal physiology; Hematology.

## INTRODUÇÃO

A produção animal é uma das atividades mais importantes do Semiárido brasileiro, com destaque para os ovinos. A produção de carne desses animais é de fundamental importância para o desenvolvimento socioeconômico da região, devido a capacidade adaptativa dessa espécie às condições climáticas do Semiárido (BORGES et al., 2016).

Nos últimos anos, a condição ambiental mundial tem ganhado destaque, frente às diversas mudanças climáticas ocorridas. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao bem-estar e a adaptabilidade dos animais aos climas tropicais são devidamente importantes para sustentabilidade da produção animal nos trópicos (ROBERTO et al., 2014).

O animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente, assim os elementos do clima agem sobre o organismo animal, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações na temperatura ambiente resultam na ativação do sistema termorregulatório afetando o metabolismo energético e consumo de alimentos interferindo no desempenho produtivo. (BATISTA et al., 2015).

Para avaliar a tolerância e adaptação dos animais a frequência respiratória e temperatura corporal são os principais parâmetros mensurados (ABI SAAB e SLEIMAN, 1995). Outras reações do organismo para a manutenção da homeotermia tem sido observada, como a alteração do fluxo sanguíneo, para favorecer a dissipação de calor interno, alteração nos parâmetros hematológicos e bioquímicos (PEREIRA et al. 2008).

Avaliar o grau de adaptabilidade dos animais no ambiente em que estão inseridos, possibilita identificar animais com maior capacidade adaptativa e na preservação desses recursos genéticos para produção sustentável nas regiões semiáridas. Portanto, objetivou-se avaliar e comparar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, por meio dos parâmetros fisiológicos e hematológicos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

## **2.1 Localização e clima**

O trabalho foi desenvolvido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Patos, PB, Brasil. A região se localiza a uma latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250 m e apresenta um clima Bsh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (Brasil, 1992).

## **2.2 Parecer do comitê de ética**

Os procedimentos utilizados tiveram parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão de Ética no Uso de Animais (C E P/CEUA) da UFCG/CSTR e foi aprovado sob o protocolo nº 55-2017, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica com animais.

## **2.3 Animais e procedimento experimental**

O experimento foi conduzido em cordeiros dos genótipos Soinga e Santa Inês. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamacia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileiro e o Santa Inês das raças Bergamacia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD). Os dois genótipos foram originados na região Nordeste do Brasil sobre as condições climáticas de semiárido.

Os animais foram divididos em dois grupos com 12 cordeiros de cada genótipo com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de  $20,00 \pm 3,00$  kg. Todos os animais receberão tratamento anti-helmíntico e vacinação contra clostridioses antes do início do experimento. Posteriormente tiveram 15 de adaptação ao manejo experimental e 45 dias de coleta de dados, totalizando 60 dias entre os meses de setembro a dezembro de 2017.

O experimento foi conduzido em sistema de confinamento mantendo os animais alojados individualmente em baias de madeira com piso ripado medindo  $1,0 \text{ m}^2$ , contendo comedouro e

bebedouro. As baias eram dispostas em galpão de alvenaria localizado na posição Leste – Oeste, coberto com telhas de fibrocimento a uma altura de 2,25 m do piso das baias.

As dietas experimentais foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído, núcleo mineral, calcário calcítico e cloreto de sódio nas relações volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) Tabela 1. Ambas formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia. O arraçoamento foi duas vezes ao dia, às 08 e 16 h de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*.

**Tabela 1.** Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.

| Ingredientes                        | % de matéria seca |             |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|
|                                     | V:C (50:50)       | V:C (70:30) |
| Silagem de sorgo                    | 50,00             | 70,00       |
| Milho triturado                     | 25,10             | 5,03        |
| Farelo de soja                      | 23,10             | 24,67       |
| Núcleo mineral <sup>a</sup>         | 1,00              | 0,20        |
| Calcário calcítico                  | 0,30              | 0,10        |
| NaCl <sup>b</sup>                   | 0,50              | 0,00        |
| Composição calculada                |                   |             |
| Proteína bruta (PB)                 | 16,44             | 16,44       |
| Extrato etéreo (EE)                 | 5,08              | 5,17        |
| Fibra em detergente neutro (FDN)    | 36,29             | 45,76       |
| Fibra em detergente ácido (FDA)     | 23,39             | 30,59       |
| Nutrientes digestíveis totais (NDT) | 67,28             | 62,28       |

<sup>a</sup>Núcleo mineral: concentração por quilograma – 149,2 g de Ca, 80,0 g de P, 10,0 g de Mg, 139,0 de Na, 85,0 mg de Co, 12,0 mg de S, 1.300,0 mg de Fe, 100,0 mg de I, 1.000,0 mg de Mn, 140,0 mg K, 2500,0 mg de Zn e 800,0 mg de F.

<sup>b</sup>NaCl: Cloreto de sódio

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, durante 72 h. Posteriormente, todos os alimentos foram processados em moinho de facas tipo Wiley (Tecnal®, Piracicaba, BR), utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 - AOAC, 1990),

proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método de Van Soest et al. (1991). Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos foram utilizadas as equações do NRC (2007).

## **2.4 Variáveis ambientais**

Durante o período experimental, a temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %) e temperatura de globo negro (TGN, °C) foram registradas a cada hora por meio de um data logger (HOBO® U12-013, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA) acoplado a dois globos negro, um instalado dentro do galpão e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. A leitura das variáveis ambientais registradas no data logger e a determinação da temperatura do ponto de orvalho (°C) foram realizadas pelo software (HOBOWare® versão 3.7.13, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA). Com dados das variáveis ambientais, calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, conforme proposto por Buffington et al. (1981), através da fórmula:  $ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$  onde:  $T_{gn}$  é a temperatura do globo negro (°C) e  $T_{po}$  é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

## **2.5 Parâmetros fisiológicos e temperatura superficial**

A frequência respiratória (FR, mov  $m^{-1}$ ), temperatura retal (TR, °C) e temperatura superficial (TS, °C), foram mensuradas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias e os resultados das mensurações foram apresentados como médias.

A FR foi obtida por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) posicionado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos, posteriormente o valor obtido foi multiplicado por quatro e registrado o número de movimentos respiratórios por minuto.

A mensuração da TR foi realizada por meio do termômetro clínico digital com escala de 32 a 42,9 °C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronics & Instruments Co. Ltd., Honagzhou, CN) introduzido no reto do animal, permanecendo em contato com a mucosa até sinalização sonora indicando a estabilização da temperatura.

Para determinar a TS média, foram realizadas imagens do lado direito de cada animal através da câmera termográfica de infravermelho (Fluke® Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98 e os termogramas obtidos foram analisados pelo software (SmartView® versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA).

## **2.6 Avaliação dos níveis de glicose sanguínea**

As coletas de sangue foram realizadas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias.

As amostras de sangue de todos os animais foram coletadas por punção na jugular, mediante a utilização de seringa descartável, o sangue foi colocado em tubos de vidro contendo fluoreto de sódio. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto e o plasma colocado em tubos “Ependorf” e guardado em freezer a – 20°C. A análise de glicose, foi realizada com kit comercial (Glicose LiquiformVet - Labtest), que utiliza método enzimático colorimétrico cinético, com leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Bioplus 2000), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB. Os valores determinados foram expressos em mg/dL.

## **2.7 Parâmetros hematológicos**

As coletas de sangue foram realizadas em três épocas do período experimental (primeira semana, quarta semana e sexta semana). As amostras de sangue foram coletadas por punção na veia jugular por meio de tubos a vácuo com etileno diaminotetracetato de Potássio (EDTA) a 10%. Os mesmos, foram mantidos em isopor com gelo e foram encaminhados ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias, na cidade de Patos - PB. O hemograma foi realizado pelo método

automatizado (SDH-3-vet LabTest) através da avaliação do volume corpuscular média, a hemoglobina corpuscular média, a concentração hemoglobina corpuscular média, hematócrito, o número total de hemácias e leucócitos.

Com o sangue “in natura” foram distendidos dois esfregaços sanguíneos destinados à contagem diferencial de leucócitos. Esses esfregaços, após secarem, foram corados utilizando-se corante rápido do tipo Romanowsky (Panótico rápido – LABORCLIN® LTDA, Pinhais, Paraná, Brasil), segundo técnica padronizada para os animais por Viana et al. (2002). Em cada esfregaço sanguíneo foram diferenciados 100 leucócitos classificados e lidos em microscópio em aumento de 1000x, de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, em neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos. Os valores determinados foram eritrócitos ( $10^6/\mu\text{L}$ ), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%), volume corpuscular médio (VCM, fl), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, %), leucócitos ( $10^6/\text{mm}^3$ ), neutrófilos ( $10^6/\text{mm}^3$ ), eosinófilos ( $10^6/\text{mm}^3$ ), monócitos ( $10^6/\text{mm}^3$ ) e linfócitos ( $10^6/\text{mm}^3$ ).

## **2.8 Delineamento e análise estatística**

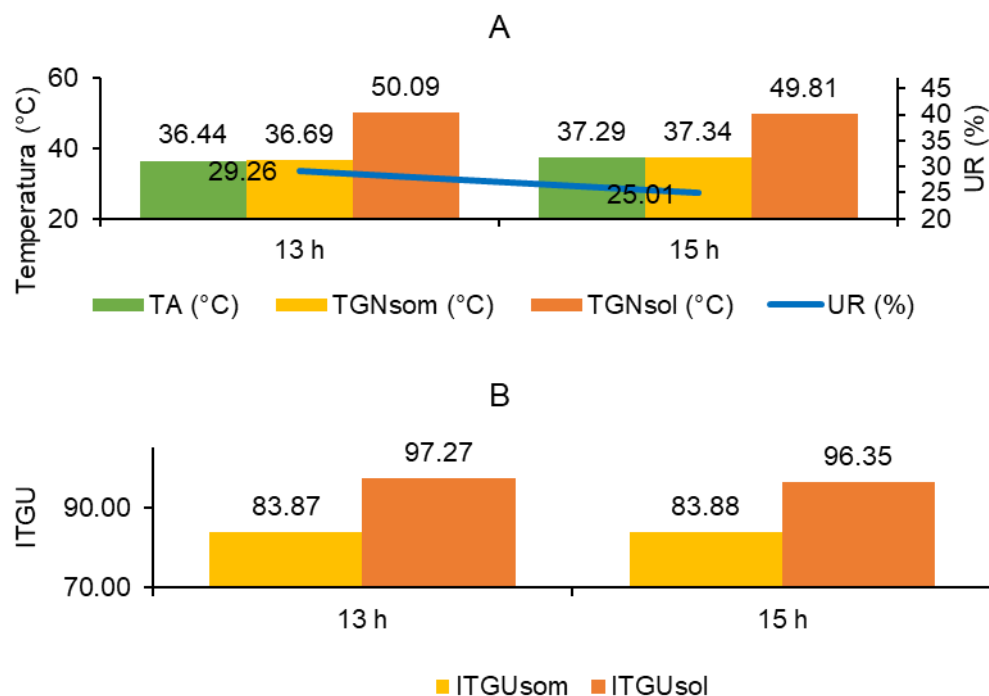
Para análise da FR, TR, TS e dos níveis de glicose sanguínea, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial  $2 \times 2 \times 2$ , dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dois horários de mensuração (13 e 15 h), repetido no tempo. Para análise dos parâmetros hematológicos foi utilizado um DIC com 6 repetições num esquema fatorial  $2 \times 2 \times 3$  dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana). A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG - Versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007, Viçosa, MG, BR) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As médias das variáveis ambientais TA e UR, bem como TGN e ITGU na sombra e no sol, observadas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos (13, 15 e 16 h) e a variação dessas variáveis obtidas durante o período experimental encontram-se na Figura 1.

A TA observada durante o período experimental foi superior a TA tida como crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, citada por Hahn (1985). No entanto, Neves et al. (2009), salientaram que a temperatura ambiente classificada como crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões temperadas, para ovinos nativos deslanados como os da raça Santa Inês, espera-se que limite seja superior. Médias de TA acima deste limite de 30°C ocorreram em outros estudos (NEVES et al., 2009; LEITÃO et al., 2013; NOBRE et al., 2016).

As médias da UR ficaram abaixo do recomendado para ovinos. Segundo McDowell (1972), a UR ideal para ovinos, deve situar-se entre 60 e 70 %. Esta variável tem um papel fundamental na determinação do conforto térmico dos animais. Quando ocorre variação na UR em um ambiente de mesma temperatura, verificam-se sensações térmicas diferentes, onde o animal pode estar ou não em estresse térmico (Ferreira et al. 2004).



**Fig. 1.** Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol - TGNsol (A) e índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGUsom e no sol - ITGUsol (B) nos horários das (13 e 15h) durante o período experimental.

Percebe-se que a UR foi inversamente proporcional a TA, dessa forma, temperaturas elevadas com UR baixa pode ser favorável na dissipação de calor através das formas insensíveis. Entretanto, é necessário que os animais tenham água disponível para não ocorrer desidratação devido as perdas de líquido da termólise evaporativa.

A TGNsom apresentou-se equivalente a TA, tanto no horário das 13 h quanto no das 15h, já no sol, nos mesmos horários, apresentaram valores superiores, devido à influência da radiação solar direta, captada pelo globo negro.

Ocorreu pouca diferença nas médias de ITGU<sub>som</sub>, em relação aos horários. Já para as médias de ITGU<sub>sol</sub> foi elevada nos dois horários. Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido, define que ITGU de 82.4 é considerado situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços.

Tomando por base o indicado pelos autores anteriormente citados, as variáveis ambientais registradas no presente estudo encontram-se fora dos limites de bem-estar para a espécie ovina. O mesmo pode ser observado para os valores de ITGU nos ambientes de sombra e sol, os quais foram superiores os relatados como situação de perigo térmico.

Os parâmetros fisiológicos TR e TS não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ) em função da dieta. No entanto, houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TR e a TS Tabela 2.

**Tabela 2.** Médias da temperatura retal (TR) e da temperatura superficial (TS) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

| Genótipos                    | Horários           |                     | CV <sup>1</sup> (%) |
|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                              | 13 h               | 15 h                |                     |
| Temperatura retal (°C)       |                    |                     |                     |
| Soinga                       | 39,2 <sup>Ba</sup> | 39,5 <sup>ABb</sup> | 0,7                 |
| Santa Inês                   | 39,3 <sup>Ba</sup> | 39,9 <sup>Aa</sup>  |                     |
| Temperatura superficial (°C) |                    |                     |                     |
| Soinga                       | 39,5 <sup>Ba</sup> | 42,8 <sup>Ab</sup>  | 2,2                 |
| Santa Inês                   | 39,6 <sup>Ba</sup> | 46,1 <sup>Aa</sup>  |                     |

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

A TR no genótipo Soinga não apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) em relação aos ambientes antes do estresse e após o estresse às 13 e 15 h respectivamente. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) em função dos ambientes, observando-se uma maior TR

imediatamente após o estresse às 15 h. Quando comparado os dois genótipos não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no ambiente antes do estresse às 13 h. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a TR do genótipo Soinga foi significativamente ( $P < 0,05$ ) menor que o genótipo Santa Inês.

A TS dos dois genótipos diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) nos dois ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h a TS foi mais alta ( $P < 0,05$ ) comparada a do ambiente antes do estresse às 13 h. Ao comparar os genótipos em cada ambiente houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) imediatamente após o estresse às 15 h, o genótipo Soinga apresentou menor TS em relação ao Santa Inês.

No ambiente antes do estresse às 13 h, os genótipos não sofreram alterações na TR que evidenciasse estresse térmico, tendo em vista que o normal para a espécie se situa em  $39,1^{\circ}\text{C}$  Reece (2017), o mesmo autor caracteriza como valor crítico  $39,9^{\circ}\text{C}$ . Dessa forma, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a TR da raça Santa Inês atingiu o limite crítico, demonstrando que as condições ambientais exerceram maior efeito térmico sobre essa raça quando comparada com o genótipo Soinga.

Resultados semelhantes para ovinos da raça Santa Inês foram encontrados por Silva et al. (2015) nas condições climáticas do semiárido constataram temperatura retal de  $39,9^{\circ}\text{C}$  no período da tarde.

A TS dos dois genótipos foi estatisticamente mais elevada no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h em decorrência das condições desse ambiente apresentar TA mais elevada e ITGU mais alto. Neste mesmo ambiente, a TS da raça Santa Inês ultrapassou a do genótipo Soinga, fato este, que pode ter ocorrido em função a maior absorção de calor devido pelagem escura do Santa Inês.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Batista et al. (2014) que observaram as mesmas variações de TS para ovinos de pelagem preta e branca nas condições climáticas do semiárido nos ambientes de sombra e sol. McManus et al. (2011) observaram a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos e relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

A cor do pelame é um aspecto importante no estudo das trocas de calor com o ambiente, exercendo efeito na adaptabilidade dos animais em regiões semiáridas. Mata et al. (2013) citam que termorregulação é um dos processos vitais realizados através do pelame.

As médias da (FR), e os níveis de glicose sanguínea, encontram-se na Tabela 3. A FR não diferiu estatisticamente ( $P>0,05$ ) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a FR foi significativamente ( $P<0,05$ ) maior em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h. Os níveis de glicose foram estatisticamente diferentes ( $P<0,05$ ) em todos os fatores. O genótipo Soinga apresentou ( $P<0,05$ ) menor níveis de glicose em relação ao Santa Inês, enquanto a dieta com relação volumoso concentrado 50:50 apresentou maior média glicolítica ( $P<0,05$ ) em comparação a dieta 70:30. Antes do estresse às 13 h, foi observado ( $P<0,05$ ) menor média de glicose sanguínea em relação ao ambiente imediatamente após o estresse às 15 h.

**Tabela 3.** Médias da frequência respiratória (FR) e níveis de glicose sanguínea dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

| Fatores             | FR (mov min <sup>-1</sup> ) | Níveis de glicose sanguínea (mg/dL) |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| <b>Genótipos</b>    |                             |                                     |
| Soinga              | 116,7 <sup>a</sup>          | 64,6 <sup>b</sup>                   |
| Santa Inês          | 121,1 <sup>a</sup>          | 68,5 <sup>a</sup>                   |
| <b>Dietas</b>       |                             |                                     |
| 50:50               | 121,4 <sup>a</sup>          | 69,3 <sup>a</sup>                   |
| 70:30               | 116,4 <sup>a</sup>          | 63,8 <sup>b</sup>                   |
| <b>Horários</b>     |                             |                                     |
| 13 h                | 107,5 <sup>b</sup>          | 63,2 <sup>b</sup>                   |
| 15 h                | 159,4 <sup>a</sup>          | 69,8 <sup>a</sup>                   |
| CV <sup>1</sup> (%) | 22,8                        | 8,6                                 |

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

A FR considerada normal para a espécie é de 16 a 34 mov min<sup>-1</sup> (Reece, 2017), de acordo com a faixa de normalidade, em todos os fatores avaliados, a FR esteve acima do preconizado para os ovinos. No ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a FR foi mais elevada 51,9 mov min<sup>-1</sup> em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h.

Quando ocorre estresse térmico, a principal forma de perda de calor é a insensível, através do aumento na frequência respiratória, o que leva a um acréscimo do fluxo evaporativo das vias aéreas, causando maior impacto na dissipação de calor dos ovinos em temperaturas acima dos 35°C (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

As trocas de calor entre os animais e o ambiente podem ocorrer de diversas formas, no entanto, quando as temperaturas estão muito elevadas, próximas ou acima da temperatura corporal

as vias latentes ou evaporativas são mais utilizadas no processo de perda de calor (SILVA et al., 2015).

Os valores de referência para os níveis de glicose sanguínea em ovinos são de 50 a 80 mg/dL (González e Silva, 2006). Dessa forma, os valores mensurados no presente estudo mantiveram-se dentro da faixa normal para a espécie, mesmo diferindo estatisticamente em todos os fatores.

Mediante as diferenças estatísticas observadas pode-se dizer que os níveis de glicose podem variar em função do genótipo, da densidade energética da dieta e da condição de ambiente. Entretanto, os aumentos dentro da variação fisiológica são considerados pequenos para desencadear grandes alterações biológicas.

As proteínas plasmáticas totais (PPT) apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) em relação as épocas, na primeira semana a média 6,7 g/dL de PPT superou a média 6,4 g/dL da quarta semana, entretanto, na sexta semana a média 6,5 g/dL foi estatisticamente semelhante as médias anteriores.

Os valores médios de PPT da interação entre genótipos e dietas, encontram-se na Tabela 4. Em relação as dietas experimentais não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para as PPT no genótipo Soinga, enquanto o Santa Inês apresentou maior média ( $P < 0,05$ ) em função da dieta 50:50. Comparando os grupos genéticos em relação as dietas, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ), para as médias de PPT unicamente na dieta 50:50. A média de PPT da raça Santa Inês superou ( $P < 0,05$ ) a média do genótipo Soinga e ultrapassou o valor de referência para a espécie (Schalm's, 2000).

**Tabela 4.** Médias de Proteínas plasmáticas totais (PPT) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), durante o período experimental.

| Genótipos                           | Dietas            |                   | CV <sup>1</sup> (%) | Valores de referência |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
|                                     | 50:50             | 70:30             |                     |                       |
| Proteínas plasmáticas totais (g/dL) |                   |                   |                     |                       |
| Soinga                              | 6,4 <sup>Ab</sup> | 6,6 <sup>Aa</sup> | 5,0                 | 6,0-7,5               |
| Santa Inês                          | 7,7 <sup>Aa</sup> | 6,4 <sup>Ba</sup> |                     |                       |

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

As proteínas são as substâncias orgânicas que sofrem alterações de importância clínica, principalmente nos processos inflamatórios, parasitários e metabólicos (THRALL, 2007). O aumento de PPT ocorre na desidratação, devido à perda de líquido e na estimulação da resposta imune, como no caso de vacinação, doenças autoimunes e inflamação crônica (CAMPELO, 2008).

Dessa forma, o aumento das PPT na primeira semana pode ter ocorrido devido a administração de vermífugo e vacinação contra clostridiose no período de adaptação dos animais.

Trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês, do nascimento até 15 dias e de 1 a 2 meses vida, David et al. (2012) obtiveram médias de PPT na ordem de 5,83 g/dL e de 5,48 g/dL, respectivamente. Nesta mesma faixa etária, Ramos et al. (2018) encontraram valores de 6,8 g/dL e 6,3 g/dL, respectivamente, e relataram que as diferenças ocorridas podem ter sido influenciadas devido os manejos nutricional e sanitário, tendo em vista, que se tratava de animais da mesma raça e idade. Fato que justifica a diferença significativa entre os animais da raça Santa Inês e entre as diferentes relações de volumoso:concentrado do presente estudo.

As proteínas podem ser transportadoras de glicose na superfície das celas (MACHADO, 1998). Dessa forma, o maior aporte energético da dieta com relação volumoso:concentrado 50:50 e os maiores níveis de glicose observadas na raça Santa Inês, supõem-se que o aumento de PPT na mesma, foi para o transporte de glicose sanguínea circulante, fato esse que levou a diferença em relação ao Soinga. Bezerra et al. (2009) relatam que a raça, idade e manejo alimentar podem influenciar nos valores da proteína total.

Os valores eritrocitários encontram-se na Tabela 5. Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as épocas em relação aos constituintes eritrocitários, hematócrito, HCM e CHCM. Na primeira semana os valores de eritrócitos e hematócrito foram superiores aos da quarta e sexta semana, ao passo que os valores de HCM e CHCM foram crescentes no decorrer das semanas.

No estresse por calor, ocorrem alterações no hematócrito, podendo ser justificado pelo acréscimo no número de eritrócitos (JAIN, 1993), o animal perde líquido por meio do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático sanguíneo aumento na concentração do hematócrito (SOUZA et. al., 2011).

De acordo com Swenson e Reece (1996), quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos através da oxiemoglobina, formada durante a passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares e combinação da hemoglobina com o oxigênio. Hashem, (2014) relatou que aumento na CHCM pode ser explicado por uma diminuição no volume de plasma.

Os valores da contagem de leucócitos Tabela 6, mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie (SCHALM'S, 2000), com exceção dos valores de neutrófilos na primeira semana. Para os leucócitos houve diferença significativa entre os genótipos e linfócitos em relação

as épocas. A raça Santa Inês apresentou valores de leucócitos superiores ao genótipo Soinga. A primeira semana apresentou valor inferior as demais semanas representando efeito significativo entre elas ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Médias dos constituintes eritrocitários dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

| Fatores                      | Constituintes eritrocitários          |                       |                    |                          |                          |                          |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                              | Eritrócitos<br>( $10^6/\mu\text{L}$ ) | Hemoglobina<br>(g/dL) | Hematócrito<br>(%) | VCM <sup>1</sup><br>(fl) | HCM <sup>2</sup><br>(pg) | CHCM <sup>3</sup><br>(%) |
| <b>Genótipo</b>              |                                       |                       |                    |                          |                          |                          |
| Soinga                       | 9,7 <sup>a</sup>                      | 9,9 <sup>a</sup>      | 28,3 <sup>a</sup>  | 29,3 <sup>a</sup>        | 10,3 <sup>a</sup>        | 35,1 <sup>a</sup>        |
| Santa Inês                   | 10,0 <sup>a</sup>                     | 10,1 <sup>a</sup>     | 29,1 <sup>a</sup>  | 29,1 <sup>a</sup>        | 10,1 <sup>a</sup>        | 34,9 <sup>a</sup>        |
| <b>Dietas</b>                |                                       |                       |                    |                          |                          |                          |
| 50:50                        | 9,8 <sup>a</sup>                      | 10,0 <sup>a</sup>     | 28,7 <sup>a</sup>  | 29,3 <sup>a</sup>        | 10,2 <sup>a</sup>        | 34,8 <sup>a</sup>        |
| 70:30                        | 9,9 <sup>a</sup>                      | 10,1 <sup>a</sup>     | 28,7 <sup>a</sup>  | 29,1 <sup>a</sup>        | 10,2 <sup>a</sup>        | 35,2 <sup>a</sup>        |
| <b>Épocas</b>                |                                       |                       |                    |                          |                          |                          |
| Primeira semana              | 10,3 <sup>a</sup>                     | 10,1 <sup>a</sup>     | 29,8 <sup>a</sup>  | 29,1 <sup>a</sup>        | 9,9 <sup>b</sup>         | 34,0 <sup>b</sup>        |
| Quarta semana                | 9,6 <sup>b</sup>                      | 9,9 <sup>a</sup>      | 28,5 <sup>b</sup>  | 29,7 <sup>a</sup>        | 10,3 <sup>a</sup>        | 34,8 <sup>b</sup>        |
| Sexta semana                 | 9,6 <sup>b</sup>                      | 10,1 <sup>a</sup>     | 27,9 <sup>b</sup>  | 28,9 <sup>a</sup>        | 10,4 <sup>a</sup>        | 36,9 <sup>a</sup>        |
| <b>Valores de referência</b> | 8-16                                  | 9-15                  | 24-50              | 23-48                    | 9-13                     | 31-38                    |
| CV <sup>4</sup> (%)          | 8,1                                   | 7,7                   | 5,1                | 5,1                      | 4,0                      | 4,6                      |

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>VCM = volume corpuscular médio, <sup>2</sup>HCM= hemoglobina corpuscular média, <sup>3</sup>CHCMconcentração de hemoglobina corpuscular média e <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação.

O estresse hipertérmico causa alterações nas concentrações de metabólitos intermediários como a hemoglobina e diminuição do volume plasmático causando aumento dos neutrófilos e decréscimo dos eosinófilos (BROUCEK et al., 2009). No entanto, estes parâmetros não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ), mas observou-se uma relação condizente com os autores supracitados em relação as épocas.

As diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) para eosinófilos em relação aos genótipos e para linfócitos em relação as épocas não ultrapassaram os valores de referência para estes parâmetros.

Parâmetros hematológicos, são influenciados em função de fatores como: idade, sexo, nutrição, condições climáticas e raça (GAMAET al., 2007; BEZERRA et al., 2008).

**Tabela 6.** Médias dos constituintes da contagem de leucócitos dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

| <b>Fatores</b>               | <b>Constituintes da contagem de leucócitos</b>    |                                                    |                                                    |                                                  |                                                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                              | Leucócitos<br>(10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> ) | Neutrófilos<br>(10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> ) | Eosinófilos<br>(10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> ) | Monócitos<br>(10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> ) | Linfócitos<br>(10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> ) |
| <b>Genótipo</b>              |                                                   |                                                    |                                                    |                                                  |                                                   |
| Soinga                       | 7085,0 <sup>b</sup>                               | 47,3 <sup>a</sup>                                  | 2,2 <sup>a</sup>                                   | 1,1 <sup>a</sup>                                 | 49,4 <sup>a</sup>                                 |
| Santa Inês                   | 8570,0 <sup>a</sup>                               | 49,7 <sup>a</sup>                                  | 2,2 <sup>a</sup>                                   | 1,0 <sup>a</sup>                                 | 47,0 <sup>a</sup>                                 |
| <b>Dietas</b>                |                                                   |                                                    |                                                    |                                                  |                                                   |
| 50:50                        | 8001,4 <sup>a</sup>                               | 49,5 <sup>a</sup>                                  | 1,7 <sup>a</sup>                                   | 1,1 <sup>a</sup>                                 | 47,7 <sup>a</sup>                                 |
| 70:30                        | 7653,6 <sup>a</sup>                               | 47,4 <sup>a</sup>                                  | 2,8 <sup>a</sup>                                   | 1,0 <sup>a</sup>                                 | 48,7 <sup>a</sup>                                 |
| <b>Épocas</b>                |                                                   |                                                    |                                                    |                                                  |                                                   |
| Primeira semana              | 7758,7 <sup>a</sup>                               | 51,6 <sup>a</sup>                                  | 3,2 <sup>a</sup>                                   | 1,1 <sup>a</sup>                                 | 44,1 <sup>b</sup>                                 |
| Quarta semana                | 8315,8 <sup>a</sup>                               | 46,9 <sup>a</sup>                                  | 1,8 <sup>a</sup>                                   | 1,0 <sup>a</sup>                                 | 50,2 <sup>a</sup>                                 |
| Sexta semana                 | 7407,9 <sup>a</sup>                               | 47,0 <sup>a</sup>                                  | 1,7 <sup>a</sup>                                   | 1,1 <sup>a</sup>                                 | 50,3 <sup>a</sup>                                 |
| <b>Valores de referência</b> | 4000-12000                                        | 10-50                                              | 1-10                                               | 0-6                                              | 40-75                                             |
| CV <sup>1</sup> (%)          | 22,8                                              | 19,2                                               | 122,8                                              | 23,6                                             | 19,8                                              |

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

Modificações drásticas nos parâmetros sanguíneos podem causar desequilíbrios orgânicos, que representam a baixa eficiência de adaptação fisiológica, o que os torna indicadores homeostáticos (BROUCEK et al., 2009). No entanto, os resultados do presente trabalho encontram-se dentro dos valores de referência para espécie ovina, demonstrando a capacidade adaptativa dos dois genótipos avaliados.

## 4 CONCLUSÕES

O genótipo Soinga demonstrou maior adaptabilidade às condições climáticas do Semiárido brasileiro quando comparado à raça Santa Inês, apresentando menor influência do ambiente térmico sobre seus parâmetros fisiológicos e hematológicos.

Os parâmetros fisiológicos e hematológicos dos genótipos Soinga e Santa Inês mantiveram-se, em geral, dentro dos valores de referência para ovinos, indicando manutenção da homeostase fisiológica. A frequência respiratória foi a única variável que apresentou valores acima da faixa considerada normal, refletindo a ativação dos mecanismos de termorregulação frente às condições de estresse térmico.

## REFERÊNCIAS

ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F. T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v. 16, n. 1, p. 55–59, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC: AOAC, 1990.

BATISTA, J. N.; BORGES, L. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 39-46, 2015.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; ROBERTO, J. V. B.; et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 4, p. 102–108, 2014.

BEZERRA, L. R.; FERREIRA, A. F.; CAMBOIM, E. K. A.; et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 955-960, 2008.

BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; AZEVEDO, S. A.; et al. Concentrações séricas proteicas e minerais de cordeiros alimentados artificialmente com leite enriquecido com *Spirulina platensis*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 3, p. 132–137, 2009.

BORGES, L. S.; EVANGELISTA, A. F.; BARROS JUNIOR, C. P.; et al. O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, n. 1, p. 17–21, 2016.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas (1961–1990)**. Brasília, DF: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.
- BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v. 53, n. 3, p. 201-208, 2009.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CAMPELO, S. C. A. J. **Perfil bioquímico sérico de éguas gestantes e não gestantes das raças Brasileiro de Hipismo e Bretão**. 2008. 75 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.
- CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- DAVID, C. M. G.; LUQUETTI, B. C.; COSTA, R. L. D.; BONELLO, F. L. Padrão hematológico de cordeiros da raça Santa Inês criados sob manejo semi-extensivo na região oeste do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 69, n. 1, p. 79-84, 2012.
- DUKES, H. H.; SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; et al. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1807-1814, 2011.
- FELDMAN, B. V.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- GAMA, S. M. S.; MATOS, J. R.; ZACHARIAS, F.; et al. Dinâmica do eritrograma de cordeiros resultantes do cruzamento entre animais de raças nativas criadas no Nordeste e a raça Dorper, desde o nascimento até os seis meses de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 1, p. 11-23, 2007.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. (ed.). **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 151-174.
- HASHEM, A. L. S. Effect of summer shearing on thermoregulatory, hematological and cortisol responses in Balady and Damascus goats in desert of Sinai, Egypt. **World Applied Sciences Journal**, v. 30, n. 5, p. 521-533, 2014.

- JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.
- LEITÃO, M. M.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, A. C.; SOUSA, P. H. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1355-1360, 2013.
- MACHADO, U. F. Transportadores de glicose. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 42, n. 6, p. 413-421, 1998.
- MATA, B. C.; ALMEIDA, A. C.; MARQUES, L. C. G.; et al. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1767-1772, 2013.
- MCDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1972.
- MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 121-126, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington, DC: National Academies Press, 2007.
- NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; et al. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no Agreste do estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- NOBRE, I. S.; SOUZA, B. B.; MARQUES, B. A. A.; et al. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 116-126, 2016.
- PEREIRA, J. C.; CECON, P. R.; SOUZA, E. F. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 328-334, 2008.
- RAMOS, J. S.; NASCIMENTO, A. B.; ROCHA FILHO, J. T. R.; et al. Cinética da proteína total, ceruloplasmina e fibrinogênio em cordeiros Santa Inês durante os primeiros cinco meses de vida. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 25, n. 1, p. 22-26, 2018.
- REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.
- ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A.; DELFINO, L. J. B.; MARQUES, B. A. A. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 1, p. 11-19, 2014.

SILVA, A. L.; BORGES, L. S.; SANTANA, M. L. A.; et al. Avaliação das variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 3, p. 69-72, 2015.

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 1, p. 20-27, 2015.

SOUZA, B. B.; ASSIS, D. Y. C.; SILVA NETO, F. L.; ROBERTO, J. V. B.; MARQUES, B. A. A. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 77-82, 2011.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, 2007.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIANA, R. B.; BARBOSA JÚNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; et al. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 4, p. 196-201, 2002.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 4**

**Parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas do ano**

**Physiological parameters of Soinga sheep in different seasons of the year**

**Gabriel de Queiroz Rodrigues<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Valdir Moraes de Almeida<sup>1</sup>;  
Rosângela Maria Nunes da Silva<sup>1</sup>; Manoella de Queiroz Rodrigues Limeira<sup>2</sup>; Luanna  
Figueirêdo Batista<sup>1</sup>; Arliston Pereira Leite<sup>1</sup>; Clécio Henrique Limeira<sup>1</sup>; Talícia Maria Alves  
Benício<sup>3</sup>; Danilo Leite Fernandes<sup>4</sup>; Antônio Néelson Lima da Costa<sup>5</sup>; José Valmir Feitosa<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Paraíba, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Tocantins, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Ceará, Brasil.

<sup>5</sup> Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

\*Autor correspondente: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c04.2026>

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês, submetidos a diferentes dietas e ambientes térmicos, por meio de parâmetros fisiológicos e hematológicos. O experimento utilizou dietas com silagem de sorgo e concentrado (50:50 e 70:30). Foram registradas variáveis ambientais, como temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro,

e calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade. Avaliaram-se temperatura retal (TR), superficial (TS), frequência respiratória (FR), glicose sanguínea e parâmetros hematológicos. As coletas ocorreram às 13 h (antes do estresse térmico) e às 15 h (após o estresse), quinzenalmente. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado em esquemas fatoriais. Os valores ambientais ultrapassaram os níveis ideais para ovinos. Observou-se interação significativa entre genótipos e ambiente para TR e TS, sendo o Santa Inês mais afetado pelo calor das 15 h ( $P<0,05$ ), com maiores TR e TS. O Soinga apresentou menores médias de TS, TR, FR e níveis de glicose, indicando melhor adaptação ao estresse térmico. A dieta 50:50 resultou em maior glicemia ( $P<0,05$ ). As proteínas plasmáticas totais variaram entre genótipos, dietas e épocas. O Santa Inês apresentou maior concentração de PPT e leucócitos ( $P<0,05$ ). Houve variações significativas nos constituintes eritrocitários e leucocitários entre os fatores avaliados. O genótipo Soinga demonstrou maior adaptabilidade às condições do semiárido, mantendo a maioria dos parâmetros dentro dos padrões fisiológicos, exceto a FR, que foi elevada em todos os grupos.

**Palavras-chave:** Ambiente térmico; Fisiologia animal; Hematologia.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the adaptive capacity of Soinga and Santa Inês genotypes under different diets and thermal environments, using physiological and hematological parameters. Lambs were fed diets based on sorghum silage and concentrate (50:50 and 70:30 ratios). Environmental variables such as ambient temperature, relative humidity, and black globe temperature were recorded, and the black globe humidity index was calculated. Rectal temperature (RT), surface temperature (ST), respiratory rate (RR), blood glucose levels, and hematological parameters were assessed. Measurements were taken at 1:00 p.m. (pre-stress) and 3:00 p.m. (post-stress) every 15 days. A completely randomized factorial design was used. Environmental conditions exceeded ideal thresholds for sheep. There was a significant interaction between genotypes and environment for RT and ST, with Santa Inês showing higher RT and ST under the 3:00 p.m. heat stress ( $P<0.05$ ). Soinga had lower mean ST, RT, RR, and glucose levels, indicating better thermal stress adaptation. The 50:50 diet resulted in higher glycemia ( $P<0.05$ ). Total plasma protein (TPP) levels varied by genotype, diet, and time. Santa Inês showed higher TPP and leukocyte levels ( $P<0.05$ ). Significant differences were found in erythrocyte and leukocyte counts among evaluated factors. Soinga genotype showed greater adaptability to semi-arid conditions,

maintaining most physiological parameters within normal ranges, except for RR, which was elevated across all groups.

**Keywords:** Thermal environment; Animal physiology; Hematology.

## INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes, no Brasil, é uma das principais atividades do setor pecuário com a produção de lã, carne, leite e seus derivados (ANUALPEC, 2020). O Plano da Pecuária Municipal de 2019 registrou um aumento 4,05% do rebanho ovino no Brasil, com a região Nordeste apresentando crescimento acima da média nacional (6,98%), sendo essa região responsável pela maior concentração de ovinos do Brasil (MAGALHÃES et al., 2020).

A região Nordeste possui um rebanho ovino de aproximadamente 13.512.739 animais, o que representa 68,74% de todo efetivo dessa espécie no Brasil. Sendo o Estado da Bahia é o maior produtor da região. A quinta posição é ocupada pelo Estado do Rio Grande do Norte e concentra um total de 825.483 cabeças (MAGALHÃES et al., 2020).

O clima em sua maior parte semiárido nas regiões Nordeste é um fator que interfere com as características comportamentais e produtivas desses animais. Uma vez que as elevadas temperaturas a maior parte do ano podem ocasionar desconforto térmico reduzindo a alimentação e afetando no desempenho dos animais, tornando-se necessário avaliar a adaptabilidade de raças que venham a se introduzidas na região.

As condições climáticas predominantes no semiárido brasileiro, caracterizadas por elevadas temperaturas, intensa radiação solar e limitada disponibilidade hídrica, constituem importantes fatores limitantes para a produção de ovinos. Nessas condições, o desenvolvimento de grupos genéticos mais adaptados ao ambiente torna-se uma estratégia fundamental para aumentar a eficiência produtiva, a rusticidade e o bem-estar dos animais.

Nesse contexto, o melhoramento genético por meio do cruzamento entre raças com características complementares tem sido amplamente empregado com o objetivo de reunir, em um mesmo grupo genético, atributos de adaptação ambiental e elevado potencial produtivo. Com essa finalidade, foram utilizadas as raças Bergamácia, de origem italiana, Morada Nova Branca, nativa do Nordeste brasileiro, e Somalis Brasileira, reconhecida por sua rusticidade e adaptação às condições tropicais, originando o grupo genético denominado Soinga.

De acordo com Medeiros (2017), os ovinos Soinga apresentam elevado potencial para exploração nas regiões semiáridas, destacando-se pela maior tolerância ao estresse térmico, rusticidade, capacidade de adaptação às condições ambientais adversas e precocidade para o abate, características que favorecem o desempenho produtivo nesses ambientes.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas de ovinos do grupo genético Soinga submetidos a condições de estresse térmico.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local de condução do estudo**

O trabalho foi conduzido no setor de ovinocultura, da Fazenda Soledade, no município de Ielmo Marinho, Estado do Rio Grande do Norte, às margens da rodovia RN – 064, Brasil. Essa área caracteriza-se por apresentar um clima Aw' (classificação Köppen (2013), com temperatura anual média de 25,6°C e 852 mm de chuvas anuais.

### **2.2 Animais e manejo experimental**

Foram utilizados 26 ovinos machos, não castrados, com aproximadamente 60 dias de idade e peso corporal médio entre 34 e 35 kg, sendo 13 animais do grupo genético Soinga e 13 animais meio-sangue Soinga. Os animais foram mantidos em sistema intensivo de criação, alojados em baias de 20 m × 20 m, providas de comedouros, bebedouros e saleiros.

A alimentação foi constituída por ração concentrada à base de milho, torta de algodão, ureia e suplemento mineral, além de silagem de sorgo como fonte de volumoso. O fornecimento do concentrado foi realizado de forma gradativa até atingir a quantidade máxima de 300 g por animal por dia. A água foi disponibilizada ad libitum durante todo o período experimental.

### **2.3 Variáveis ambientais**

Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos com auxílio de termômetros de máxima e mínima temperatura, termômetros de bulbo seco (TBS) e bulbo úmido

(TBU), termômetro de globo negro (TGN), instalados em local de sol e sombra em período seco e chuvoso no ambiente experimental, a uma altura semelhante à dos animais, e calculados a umidade relativa do ar (UR) e o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula:  $ITGU = TGN + 0,36 Tpo + 41,5$ , descrita por Buffington et al. (1981). As leituras das variáveis ambientais foram realizadas às 9h00min e às 15h00min horas uma vez por semana durante seis meses, sendo três referentes ao período chuvoso e três que correspondia ao período seco.

## **2.4 Parâmetros fisiológicos**

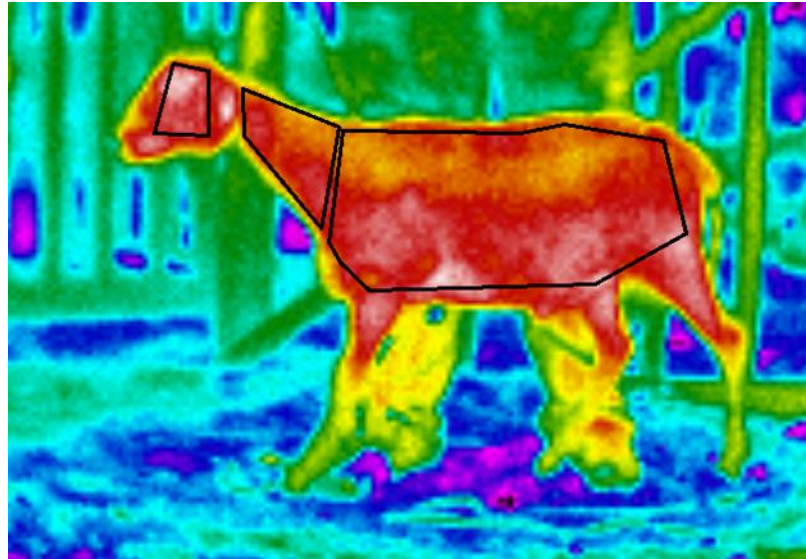
As variáveis fisiológicas estudados foram: temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC).

Para obtenção da temperatura retal (TR) utilizou-se de um termômetro digital com escala de 32°C a 42,9°C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronics & Instruments Co. Ltd., Honagzhou, CN) introduzido aproximadamente dois centímetros no reto do animal, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados (°C). Para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), foi utilizado o teste de Benezra, modificado, segundo Muller (1989), com a seguinte fórmula:  $CTC = (TR/39,1 + FR/19)$ .

A temperatura superficial (TS) foi obtida através de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke® Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software (SmartView® versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se a emissividade de 0,98. No momento da aferição da TS os animais permaneceram imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, evitando causar possível estresse nos mesmos. Foram realizadas imagens do lado direito e esquerdo de cada animal, obtendo-se assim as temperaturas de três regiões em cada lado: tronco, pescoço e cabeça (Figura 1), para obter a média da temperatura superficial.

Foi obtida a aferição da frequência respiratória (FR) por meio da auscultação indireta das bulhas, com auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) flexível ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos

durante 30 segundos e posteriormente multiplicando-se este mesmo valor por 2 obtendo-se assim, a FR em um minuto (mov/min).



**Figura 1.** Termografia de ovino Soinga demonstrando as áreas de aferição da temperatura superficial.

A análise de variância foi realizada utilizando-se do Programa de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais registradas no ambiente experimental e o índice de conforto térmico calculado encontram-se na Tabela 1.

A Temperatura do ar (TA) na época chuvosa foram registrados os valores de 26,83 °C no turno da manhã e 26,87 °C no turno da tarde; na época seca foram registradas as temperaturas de 35,42 °C no turno da manhã e 39,63 °C no turno da tarde, portanto a média maior observada foi na época quente no turno da tarde. De acordo com o ITGU houve desconforto térmico para ovinos na época quente nos turnos da manhã e da tarde no ambiente de sol e apenas no turno da tarde no ambiente de sombra. Esses resultados evidenciam a influência da sazonalidade e da radiação solar sobre o ambiente térmico, tornando as condições mais desafiadoras para a manutenção da homeotermia dos animais durante a época seca. Além disso, demonstram que a disponibilidade de

sombra contribui para amenizar o estresse térmico, embora não seja suficiente para eliminar completamente as condições de desconforto nos períodos de maior carga térmica.

**Tabela 1.** Médias das variáveis ambientais: Temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro no sol (TGNsol), temperatura de globo negro na sombra (TGNsomb), temperatura do ponto de orvalho (TPO) e o índice de temperatura de globo negro e umidade, no sol (ITGUsol) e na sombra (ITGUsomb), nas épocas chuvosa e seca nos turnos manhã e tarde.

| Épocas         | Variáveis ambientais |        |             |              |          | Índice de conforto térmico |          |
|----------------|----------------------|--------|-------------|--------------|----------|----------------------------|----------|
|                | TA (°C)              | UR (%) | TGNsol (°C) | TGNsomb (°C) | TPO (°C) | ITGUsol                    | ITGUsomb |
| <b>Chuvoso</b> |                      |        |             |              |          |                            |          |
| Manhã          | 26,83                | 59,25  | 26,62       | 26,61        | 18,49    | 74,77                      | 74,76    |
| Tarde          | 26,87                | 60,57  | 26,76       | 26,72        | 18,86    | 75,04                      | 75,01    |
| <b>Seco</b>    |                      |        |             |              |          |                            |          |
| Manhã          | 35,42                | 40,96  | 37,97       | 33,00        | 20,50    | 86,85                      | 81,88    |
| Tarde          | 39,63                | 45,10  | 40,22       | 39,46        | 25,88    | 91,03                      | 90,27    |

As médias das variáveis FC, FR, CTC e TR dos genótipos Soinga CG5 e Santa Inês vs Soinga CG5 não diferiram estatisticamente ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos avaliados. Para o grupo genético Soinga CG5 os valores de FC, FR e TR foram de 121 bat/min, 64 mov/min e 39,12 °C, respectivamente. Já para o grupo genético Santa Inês vs Soinga CG5 os resultados foram de 107 bat/min, 64 mov/min e 39,31 °C, para as variáveis FC, FR e TR, respectivamente. Para os valores de CTC foram encontrados valores de 4,63 para os dois grupos genéticos (Tabela 2).

Silanikove (2000) relata que frequência respiratória de 40 mov /min<sup>-1</sup> a 60 mov /min<sup>-1</sup>; 60 mov /min<sup>-1</sup> a 80 mov /min<sup>-1</sup> e 80 mov /min<sup>-1</sup> a 120 mov /min<sup>-1</sup>, caracteriza, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente, e acima de 200 mov/min<sup>-1</sup>, seria caracterizado estresse severo em ovinos. O mesmo autor evidenciou que a FR tem maior variação entre os horários do dia e não entre grupos genéticos diferentes, sendo que no horário das 15h, se os animais forem submetidos a exposição à radiação solar direta, o estresse é mais elevado, demonstrado pelo aumento da FR acima de 120 mov/min<sup>-1</sup>. Dados esses que corroboram com os encontrados por Nobre et al. (2016) que observarem que ovinos Santa Inês sofreram estresse médio-alto e alto devido aos elevados

valores de ITGU no período da tarde nas condições climáticas do Semiárido. Dessa forma, pode-se afirmar que os animais sofreram estresse baixo em todos os grupos genéticos avaliados.

**Tabela 2.** Médias das variáveis fisiológicas: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), em função dos grupos genéticos: Soinga CG5 e mestiços Santa Inês vs Soinga.

| Grupos Genéticos     | Variáveis fisiológicas |              |         | Índice de tolerância ao calor |
|----------------------|------------------------|--------------|---------|-------------------------------|
|                      | FC (bat/min)           | FR (mov/min) | TR (°C) | CTC                           |
| Soinga               | 121 a                  | 64 a         | 39,12 a | 4,63 a                        |
| Santa Inês vs Soinga | 107 a                  | 64 a         | 39,31 a | 4,63 a                        |
| CV %                 | 27,97                  | 25,73        | 1,07    | 1,97                          |

McManus et al. (2011) descreveram que o aumento da FR é necessário para manter a homeotermia e evitar um aumento da temperatura corporal durante a exposição térmica. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que quando os mecanismos de perda de calor sensível não são eficazes o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e FR, para manter a temperatura corpórea constante. No entanto, quando o estresse é prolongado os animais podem estocar calor refletindo no aumento da temperatura do corpo.

Nascimento (2019) ao avaliar os dois genótipos nas mesmas condições ambientais, observou que os animais do grupo Soinga apresentou FR significativamente ( $p < 0,05$ ) menor que o Santa Inês imediatamente após o estresse térmico às 15h00min. Tal fato, pode estar atrelado a diferença entre a coloração branca, refletindo mais os raios solares e o mestiço Santa Inês ser de predominância escura absorvendo mais energia térmica. Silva et al. (2003) citam que animais com pelos mais claros refletem mais energia térmica e absorvem entre 40 e 50% menos radiação do que aqueles com pelagem escura.

Silva et al. (2015) preconizaram que em ambientes de alta radiação térmica, a combinação mais adequada seria pelo branco sobre epiderme negra. McManus et al. (2011) ao observarem a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos sobre a tolerância ao calor relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

Os resultados de TR do presente trabalho foram similares aos encontrados por Cezar et al. (2004), avaliando genótipos Santa Inês, Dorper e seus mestiços em sistema semi-intensivo, verificaram TR de 40 °C no período da tarde sobre ITGU de 82,4. Batista et al. (2014) não observaram diferença significativa com relação à TR de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper

de pelagem preta (40,2 °C) e branca (40,3 °C) após exposição à radiação solar direta nas condições de 89,1 de ITGU.

O índice de CTC para os dois grupos genéticos se distanciara do valor ideal que é 2 (valor de referência), quanto mais próximo desse índice maior é a capacidade de adaptação do animal a temperaturas elevadas. Com a apresentação dos resultados é possível constatar que os dois grupos genéticos sofreram estresse térmico proveniente do calor, esse estresse é uma resposta do metabolismo para que o animal mantenha a homeostasia corporal, já que são endotérmicos.

Dentre os fatores, a FR é que mais contribui para valores elevados e CTC, tendo essa uma correlação positiva com essa variável, Souza et al. (2010) relataram que o estresse térmico pode ser eficientemente avaliado por meio de aferições da FR.

Embora os valores tenham sido elevados, os animais avaliados no estudo apresentaram maior capacidade de adaptação a temperaturas elevadas em relação a outras raças da mesma espécie. Pires et al. (2015) avaliando a tolerância a calor de mestiços de Santa Inês com Dorper descrevem valores de 7,22; 10,17 e 7,38 para esses animais mestiços antes do estresse, após o estresse e uma hora após o estresse, respectivamente. Esses autores ainda afirmam que a FR teve correlação positiva com o aumento da temperatura ambiente, confirmando a importância dessa variável para avaliar a capacidade de tolerância ao calor. Para Bianca e Kuns (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor.

Para as épocas do ano não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para as variáveis FC e TR entre as épocas do ano seca e chuvosa. Já para frequência respiratória foram encontrados valores superiores na época de avaliação seca (101 mov/min), em relação a época de avaliação chuvosa (64 mov/min), o mesmo comportamento ocorreu para o coeficiente de tolerância ao calor (CTC), onde valores superiores foram encontrados na época quente (6,32) e valores inferiores na época fria (4,63) (Tabela 3).

Para Souza et al. (2010) o uso isolado do ITC pode ser ineficaz para conclusões consistentes. Mesmo o animal tendo a capacidade de dissipar o calor adquirido pela radiação direta, quando é reconduzido à sombra, não é revelado o grau de estresse sofrido, nem os meios utilizados para retornar a homeostase. Dessa forma, faz-se necessário a utilização do CTC, visto que este pode quantificar o estresse sofrido imediatamente após a exposição à radiação direta e após o período na sombra. Várias pesquisas realizadas no semiárido têm demonstrado que em relação a época do ano,

a temperatura ambiente na época quente impõe aos animais a uma situação de estresse, já que nesse período as temperaturas elevadas diminuem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente, dificultando a dissipação de calor dos animais para o meio (BEZERRA et al., 2011; SOUZA et al., 2010).

**Tabela 3.** Médias das variáveis fisiológicas: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) em ovinos Soinga CG5, em duas épocas: Época chuvosa (julho) e época seca (novembro).

| Épocas  | FC (bat/min) | FR (mov/min) | TR (°C) | CTC    |
|---------|--------------|--------------|---------|--------|
| Chuvosa | 121 a        | 64 b         | 39,29 a | 4,63 b |
| Seca    | 115 a        | 101 a        | 39,54 a | 6,32 a |
| CV %    | 22,51        | 18,44        | 1,26    | 2,35   |

O aumento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, do estresse calórico acarreta aumento da secreção do hormônio cortisol (STARLING et al., 2005), provocando desequilíbrio da homeostase animal e, conseqüentemente, causando impactos negativos em vários aspectos como comportamento, metabolismo, produção, reprodução, crescimento e bem-estar animal (SILANIKOVE, 2000).

O CTC superior no período quente evidencia a alta correlação positiva dessa variável com a FR, e, possivelmente, com o bem-estar ou comportamento animal, já que a FR tende a aumentar com o aumento da temperatura na época quente. Como a CTC é a capacidade de tolerância ao calor, é esperado que em épocas diferentes (chuvosa e seco) ocorra uma diferença nesses índices quando se é avaliado o mesmo grupo de animais, já que mesmo tendo capacidade de controlar o calor corporal, estes, por serem homeotérmicos, precisam ativar mecanismos de controle da temperatura para diminuir o calor corporal causado pela temperatura fora do índice de conforto térmico.

Os valores de CTC refletem na capacidade do animal dissipar o calor, causando equilíbrio da temperatura corporal, que é o resultado do equilíbrio entre o calor produzido e calor dissipado e o aumento na temperatura retal significa que o animal está estocando calor e se este não for dissipado, o estresse calórico se manifestará (LEGATES et al., 1991).

Os animais que são normalmente ativos durante o dia, apresentam uma variação normal da temperatura retal que é mínima, pela manhã, e máxima no período da tarde. A temperatura central dos mamíferos apresenta flutuações diárias regulares (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

A temperatura superficial não apresentou diferenças estatísticas entre os grupos genéticos avaliados, assim como também o gradiente térmico, que é a diferença de temperatura entre a temperatura retal e superficial (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias das variáveis fisiológicas: temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) e o gradiente térmico: temperatura retal menos a temperatura superficial (TR-TS) em função dos grupos genéticos de ovinos: Soinga CG5 e mestiços Santa Inês vs Soinga.

| Grupos Genéticos     | Variáveis fisiológicas e gradiente térmico |         |            |
|----------------------|--------------------------------------------|---------|------------|
|                      | TR (°C)                                    | TS (°C) | TR-TS (°C) |
| Soinga               | 39,29                                      | 36,00   | 3,29       |
| Santa Inês vs Soinga | 39,31                                      | 36,66   | 2,65       |
| CV %                 | 1,07                                       | 2,78    | 42,52      |

O gradiente de temperatura é um parâmetro muito importante para indicar o índice de tolerância ao calor, de modo que o animal pode chegar ao ponto de não poder controlar a própria temperatura corporal, devido ao rompimento do equilíbrio homeostático, devido a isso, estudos de avaliação fisiológica por alterações na temperatura retal devem ser realizados, pela capacidade do animal resistir aos rigores do estresse calórico (BROWN-BRANDL, 2003).

O ambiente tem forte influência sobre a temperatura superficial de um animal, principalmente ambientes que não possuem um controle da radiação. Esse fato foi demonstrado por Eustáquio Filho et al. (2011) que descrevem que a temperatura da pelagem do animal tem forte influência da temperatura em que o animal se encontra, causando elevação da taxa de fluxo de calor, consequentemente elevando a temperatura corporal do animal.

A transferência de calor por latência é uma importante variável a ser analisada no conforto térmico de um animal, de acordo com as perdas evaporativas, uma grande parte do calor é retirada da pele por meio da evaporação, com isso o sangue que circula pelas camadas mais externas do corpo do animal tende a apresentar uma menor temperatura (BAÊTA & SOUZA, 1997).

A cor da pelagem do animal também pode ter forte influência na ausência de diferenças entre os dois grupos genéticos, uma vez que os dois grupos apresentam a pelagem clara, facilitando a dissipação de calor ao ambiente, absorvendo menos energia térmica do que outros animais com pelagem mais escura. Estudos realizados por Silva et al. (2013) mostram que animais com pelagem mais escura absorvem 50 a 60% mais radiação do que animais com pelagem clara.

Ao estudarem a pelagem de animais McManus et al. (2011) descrevem uma alta correlação entre a cor da pelagem do animal e a tolerância ao calor, onde os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom. Informações essas que são

confirmadas por Silva et al. (2015), que afirmam que em ambientes com alta radiação térmica a combinação mais adequada seria a de pelo branco sobre epiderme negra.

A importância da pelagem e ambiência animal no conforto térmico são fatores de suma importância para uma eficiência produtiva. A temperatura do ambiente deve promover condições para o animal permanecer a maior parte do tempo dentro da zona de conforto térmico, caso isso não ocorra o animal, por ser homeotérmico e endotérmico, vai produzir mecanismos de manter a temperatura corporal em equilíbrio, provocando um estresse. Sob baixas temperaturas o animal produzirá calor e altas temperaturas provocarão os mecanismos de controle de temperatura para redução da temperatura corporal (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Pode-se observar na Tabela 5 que foram encontradas diferenças significativas entre a temperatura superficial e gradiente de temperatura nas épocas avaliadas, sendo as temperaturas menores observadas no período frio. Já para o gradiente de temperatura o maior valor foi observado na época fria.

**Tabela 5.** Médias das variáveis fisiológicas: temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) e gradiente térmico: temperatura retal menos a temperatura superficial (TR-TS) de ovinos Soinga, em duas épocas: época chuvosa e época seca.

| Épocas  | Variáveis fisiológicas e gradiente térmico |         |            |
|---------|--------------------------------------------|---------|------------|
|         | TR (°C)                                    | TS (°C) | TR-TS (°C) |
| Chuvosa | 39,29 a                                    | 36,00 b | 3,29a      |
| Seca    | 39,54 a                                    | 37,77 a | 1,77b      |
| CV %    | 1,26                                       | 2,89    | 46,65      |

Média seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

A ambiência animal é um fator muito importante para a etologia e fisiologia do animal, é possível observar que a TR se manteve constante independente da época avaliada, já para a temperatura superficial na época chuvosa foram encontradas as temperaturas menos elevadas. A menor temperatura superficial é justificada pelo fato da superfície corporal está mais exposta ao ambiente e com isso sofre maior influência do ambiente externo.

A homeostase animal fica evidenciada ao observar os valores do gradiente de temperatura (TR-TS), onde na época chuvosa foram observados os maiores valores desse gradiente, o facilita a dissipação de calor do núcleo centra até a periferia do corpo facilitando a perda de calor da forma sensível.

## 4 CONCLUSÕES

Os ovinos Soinga e os mestiços Santa Inês × Soinga apresentaram capacidade de manter a homeotermia sob as condições ambientais avaliadas, demonstrando adaptação às variações térmicas características do Semiárido brasileiro. A ausência de diferenças significativas entre os grupos genéticos para a maioria das variáveis fisiológicas evidencia a forte influência do ambiente sobre as respostas termorregulatórias dos animais. A época seca promoveu aumento da frequência respiratória, indicando maior demanda dos mecanismos de dissipação de calor, enquanto a frequência cardíaca e a temperatura retal permaneceram estáveis. Esses resultados demonstram a capacidade adaptativa dos animais avaliados frente às condições climáticas da região.

## REFERÊNCIAS

ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária de corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2020.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; ROBERTO, J. V. B.; et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 4, p. 102-108, 2014.

BEZERRA, W. M. A. X.; SOUZA, B. B.; SOUSA, W. H.; et al. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 130-136, 2011.

BIANCA, W.; KUNS, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

BROWN-BRANDL, T. M.; NIENABER, J. A.; EIGENBERG, R. A.; HAHN, G. L. Comportamento de ovinos submetidos a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, v. 20, p. 231-242, 2003.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; et al. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1807-1814, 2011.

LEGATES, J. E.; FARTHING, B. R.; CASADY, R. B.; et al. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 7, p. 2491-2500, 1991.

MAGALHÃES, K.; HOLANDA FILHO, Z. F.; et al. Caprinos e ovinos no Brasil: análise da Produção da Pecuária Municipal 2019. **Embrapa Caprinos e Ovinos – Nota Técnica**, Sobral, 2020.

MCMANUS, C.; et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 1, p. 121-126, 2011.

MEDEIROS, F. F.; SOUZA, M. F.; PIRES, J. P. S.; NASCIMENTO, F. S.; SOUZA, B. B. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONIDIS, 2017. p. 1-4.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Sulina, 1989.

NASCIMENTO, F. S. **Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2019.

NOBRE, I. S.; SOUZA, B. B.; MARQUES, B. A. A.; et al. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 116-126, 2016.

PIRES, J. P. S.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; et al. 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.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 1996.

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

SILVA, R. G.; LA SCALA JUNIOR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. **Transactions of the ASAE**, v. 46, n. 3, p. 913-918, 2003.

SILVA, A. L.; BORGES, L. S.; SANTANA, M. L. A.; et al. Avaliação das variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 2, p. 69-72, 2015.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 5**

**Parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais de ovinos de diferentes  
genótipos sob estresse térmico em câmara climática**

**Physiological Parameters and Surface Temperatures of Sheep from Different  
Genotypes under Thermal Stress in a Climatic Chamber**

**Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; José Antônio da Silva Pires<sup>1</sup>; Ricardo de Sousa Silva<sup>1</sup>;  
Raimundo Calixto Martins Rodrigues<sup>2</sup>; Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>1</sup>; Fabiana  
Terezinha Leal de Moraes<sup>1</sup>; Luanna Figueiredo Batista<sup>1</sup>; Juliana Paula Oliveira<sup>3</sup>; Bonifácio  
Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Dermeval Araújo Furtado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Sergipe, Brasil.

\*Autor para correspondência: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c05.2026>

**RESUMO**

Avaliou-se o efeito do ambiente térmico sobre os parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais de ovinos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e sem padrão racial definido (SPRD) em câmara climática. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados, em baias contendo 8 animais em cada (2 de cada grupo genético), submetidos a 3 níveis de temperatura ambiente (TA = 28 °C,

32 °C e 36°C) por um período de 15 dias, 10 horas por dia, considerando os dados ambientais, parâmetros fisiológicos (TR, FR e HR) e temperaturas superficiais (TS) das regiões cervical (CE), torácica (TO), glútea (GL), globo ocular (GO) e membrana timpânica (TP) do turno da tarde dos 3 primeiros dias em cada ciclo de temperatura. As variações no TA afetaram os parâmetros fisiológicos. As médias de TS do globo ocular (GO) e timpânico (TP) apresentaram maior sensibilidade às variações do ambiente, sendo maiores ( $P<0,05$ ) que as demais regiões corporais. Os 4 grupos foram igualmente tolerantes ao calor, conseguindo manter a homeotermia, mesmo em ambientes considerados de estresse severo. A correlação entre as TS das regiões GO e TP e a temperatura do núcleo central de ovinos precisa ser mais estudada, reafirmando a importância da termografia infravermelha (TRI) para diagnosticar situações de desconforto térmico em ovinos nativos, de forma prática e não invasiva.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade; Estresse térmico; Ovinos nativos; Termografia infravermelha.

## **ABSTRACT**

The effect of the thermal environment on the physiological parameters and surface temperatures of Soinga, Morada Nova, Santa Inês and mixed-breed sheep (SPRD) was evaluated in a climatic chamber. Twenty-four uncastrated male sheep were used in pens containing 8 animals each (2 from each genetic group), subjected to 3 levels of ambient temperature (TA = 28 °C, 32 °C and 36 °C) for a period of 15 days, 10 hours per day, considering the environmental data, physiological parameters (TR, FR and HR) and surface temperatures (TS) of the cervical (CE), thoracic (TO), gluteal (GL), eyeball (GO) and tympanic membrane (TP) regions in the afternoon shift of the first 3 days in each temperature cycle. Variations in TA affected the physiological parameters. The mean TS of the ocular globe (OG) and tympanic (TP) showed greater sensitivity to environmental variations, being higher ( $P<0.05$ ) than the other body regions. The 4 groups were equally tolerant to heat, managing to maintain homeothermy, even in environments considered to be of severe stress. The correlation between the TS of the OG and TP regions and the temperature of the central nucleus of sheep needs to be further studied, reaffirming the importance of infrared thermography (IRT) to diagnose situations of thermal discomfort in native sheep, in a practical and non-invasive way.

**Keywords:** Adaptability; Heat stress; Native sheep; Infrared thermography.

## **INTRODUÇÃO**

É importante ressaltar que os efeitos do estresse térmico devido as mudanças no clima estão se tornando mais severos e frequentes (HABIBU et al., 2018, IPCC, 2021), tornando essencial o acompanhamento contínuo das mudanças no estado fisiológico e na capacidade adaptativa dos ovinos frente às alterações climáticas, principalmente em regiões tropicais semiáridas, devido as suas características climáticas e ambientais.

Embora sejam considerados animais adaptados, sabe-se que adversidades climáticas podem causar alterações nas variáveis fisiológicas de ovinos, muitas vezes além do que a espécie é capaz de tolerar em suas condições normais, gerando desconforto térmico, declínio do estado de bem-estar e produtividade. As respostas fisiológicas como a temperatura retal, superficial, frequência respiratória e cardíaca, podem sofrer influência da época do ano, turno do dia, temperatura ambiente, umidade relativa e radiação solar (FURTADO et al., 2017 e TORRES et al., 2017).

Diversos estudos têm demonstrado que um ambiente estressante pode gerar problemas respiratórios, hormonais, falta de apetite, aumento da incidência de doenças e diminuição da produção de carne (SOUSA JÚNIOR et al., 2008; FREITAS et al., 2017; FURTADO et al., 2020). Os avanços tecnológicos para a obtenção de indicativos biológicos de estresse por calor em ovinos ainda são um grande desafio, e precisam ser mais estudados e desenvolvidos.

A termografia infravermelha (TIV) tem sido empregada, por ser uma técnica não invasiva que evidencia a temperatura superficial em tempo real (ROBERTO et al., 2014; PULIDO-RODRÍGUEZ et al., 2017 e 2021; HOOPER et al., 2018; DANTAS, 2019). Essa técnica quando utilizada em câmaras climáticas (ambiente controlado), pode detectar com grande precisão, variações de temperatura de regiões corporais específicas, que podem ser correlacionadas com alterações fisiológicas que indiquem um estado de estresse térmico.

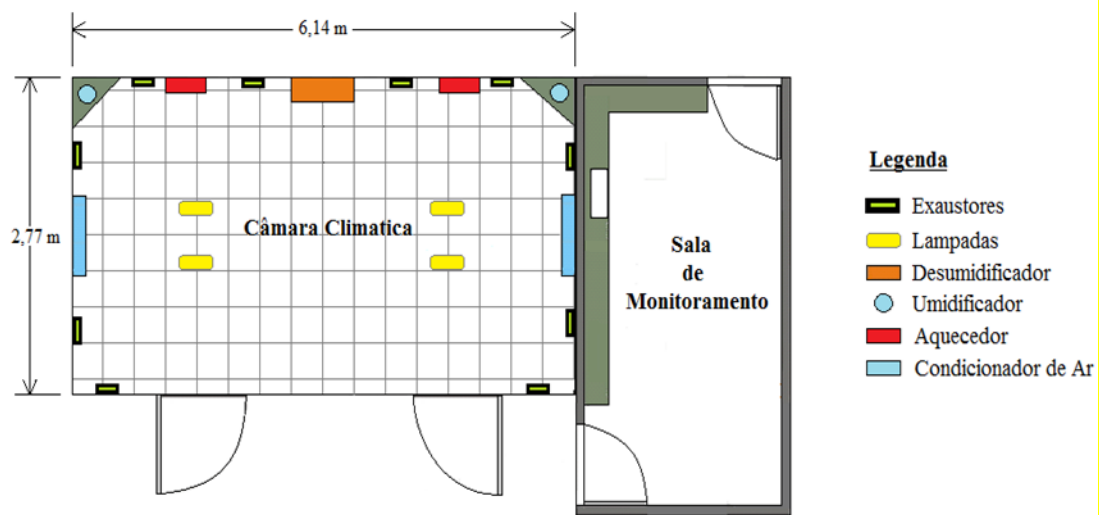
Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do ambiente térmico sobre os parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais de ovinos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e sem padrão racial definido (SPRD) em câmara climática.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local do experimento, animais e manejo**

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, Protocolo CEP N°. 097.2019.

O experimento foi conduzido em câmara climática, entre os meses de setembro e novembro de 2021, no Laboratório de Construções Rurais e Ambientância (LACRA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Campina Grande-PB (7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste). A câmara climática utilizada possui 6,14 m de comprimento, por 2,77 m de largura, com área construída de 17,00 m<sup>2</sup> (Figura 1), confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo.



**Figura 01:** Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com a descrição dos respectivos equipamentos.

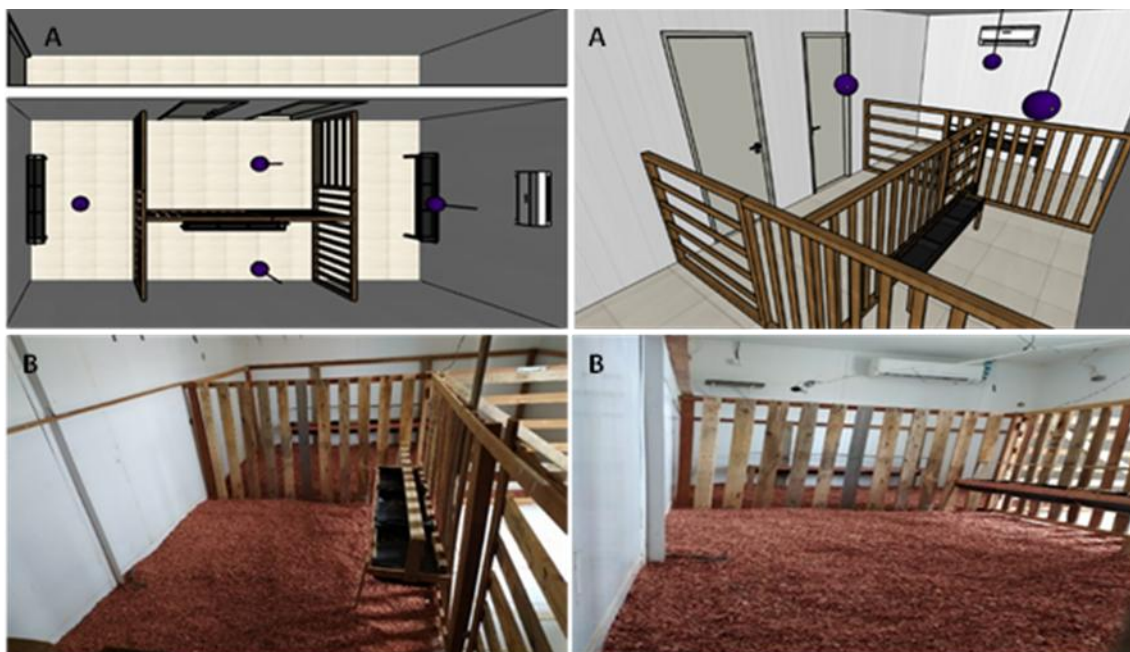
Foram utilizados 24 ovinos machos, das raças Soinga, Morada Nova, Santa Inês e sem padrão racial definido (SPRD), sendo seis de cada raça/grupo genético, com idade média de cinco meses e peso médio de 20 kg. Todos os animais foram examinados e vermifugados na fase pré-experimental.

A ração fornecida foi composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon*, (L) Peso (50,54 kg), farelo de milho (34,69 kg), farelo de soja (13,32 kg), calcário (0,45 kg) e suplemento mineral (1,0 kg). O arraçoamento dos animais foi *ad libitum* e fornecido duas vezes ao dia, às 8h e às 16h, com

ajuste diário do consumo de modo a permitir 20% de sobras, e quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 horas. O consumo de água foi ad libitum e fornecido uma vez ao dia, em uma porção de 3 kg por animal/dia.

## 2.2 Desenho experimental e dados ambientais

Os animais foram mantidos em 3 baias coletivas com cerca de 4,00m<sup>2</sup> cada, distribuídos aleatoriamente 8 animais em cada baia, sendo 2 de cada grupo genético. O piso da câmara climática foi forrado com uma camada de 10cm de serragem de madeira (figura 2), que foi trocada semanalmente para que houvesse boa absorção das fezes e urina dos animais.



**Figura 02:** Representação esquemática das baias (A) e foto do interior da câmara climática após confecção das baias (B). (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

Os ovinos foram expostos às temperaturas de 28 °C, 32 °C e 36°C, com umidade do ar média de 79,70 %, 83,09% e 85,28 %, e foi estabelecido um período de 15 dias consecutivos de exposição ao ambiente controlado da câmara climática. Desse total, foram consideradas para esta pesquisa as aferições dos parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais dos 3 dias iniciais de exposição a cada temperatura pré-estabelecida.

Os animais foram mantidos durante 10h de exposição contínua por dia em cada temperatura (das 7h00 às 17h00), alternando com 14h de temperatura ambiente com a câmara climática

desligada e de portas abertas. Entre cada tratamento, os animais permaneceram no local do experimento com os equipamentos desligados e portas abertas, sem influência de temperatura controlada durante 5 dias consecutivos, para eliminar o efeito residual.

Durante todo período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio de 3 dataloggers tipo HOBO, com cabo externo com os sensores acoplados ao globo negro, esses equipamentos foram instalados na área central de cada baia, alocados na altura do centro de massa dos animais (figura 3), e foram programados para registrar os dados a cada hora durante 24 horas, sendo considerados os horários das 7h00 às 17h00 horas, horário em que a câmara ficou fechada com a temperatura e umidade controladas (figura 5), e os horários remanescentes em que a câmara climática esteve de portas abertas e com o sistema de climatização desligado (figura 6).

Para verificação da velocidade do vento, foi usado um anemômetro digital modelo AD-250 portátil, com faixa de medição de 0,4 a 30 m/s, posicionado na altura do centro de massa dos animais para que este pudesse registrar a movimentação do ar provocada pelos exaustores, climatizadores e pela entrada e saída de pessoas dentro da câmara, quando estes estiverem fornecendo o alimento ou coletando os dados experimentais.

Os valores dos índices de conforto térmicos foram determinados a partir dos dados observados, no período de 7h00 às 17h00, horário da temperatura controlada com a câmara fechada, em intervalos de uma hora. Para o cálculo do Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), foi utilizada a fórmula sugerida por Buffington et al (1981), expressa da seguinte maneira:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Onde:

ITGU: índices de temperatura de globo negro e umidade, °C;

T<sub>gn</sub>: temperatura do globo negro, °C;

T<sub>po</sub>: Temperatura do ponto de orvalho, °C.



**Figura 03:** Datalogger tipo HOBO (A), e cabo externo com os sensores acoplados ao globo negro, próximo à altura dos animais na área central da baia (B). (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

## 2.3 Variáveis fisiológicas

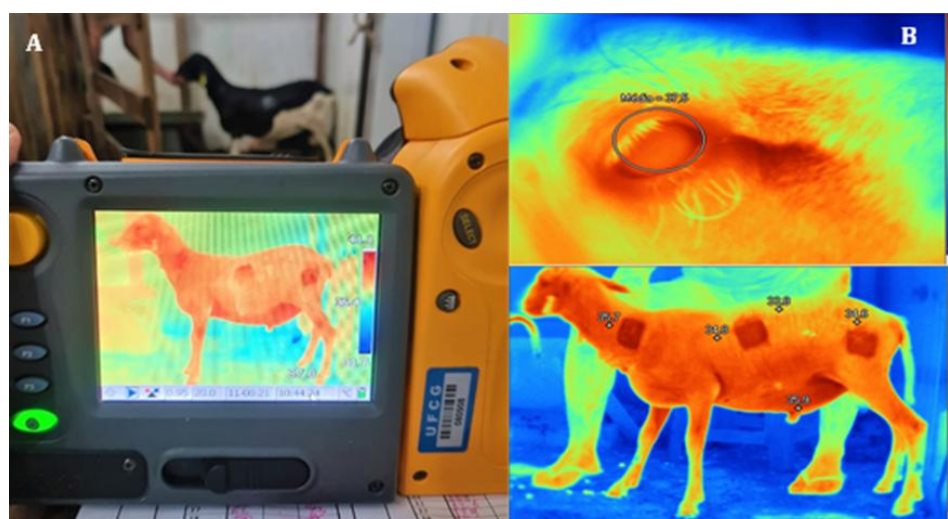
### 2.3.1 Temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca

As variáveis fisiológicas foram mensuradas no turno da tarde em todos os animais do experimento, entre as 14h30min e 15h:30min, durante os três primeiros dias de cada fase experimental (28 °C, 32 °C e 36°C), sendo coletadas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC). A obtenção da temperatura retal foi realizada com a introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, inserido no reto em contato com a mucosa retal do animal, a uma profundidade de 5 cm, permanecendo por um período de 2 min.

A frequência respiratória foi medida por meio da auscultação indireta das bulhas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos durante um minuto, obtendo-se assim a quantidade de movimentos por minuto (mov min<sup>-1</sup>). A frequência cardíaca foi quantificada com o auxílio de um estetoscópio na região da terceira costela do animal, na região lateral do tórax, durante 1 minuto, obtendo-se assim a quantidade de batimentos por minuto (bat min<sup>-1</sup>).

### 2.3.2 Temperaturas superficiais

As temperaturas superficiais (TS) foram obtidas por termografia infravermelha durante as coletas dos parâmetros fisiológicos (entre as 14h30 e 15:30h), quando os animais permaneceram imóveis, com pouca manipulação, utilizando uma câmera termográfica modelo Fluke® Ti55FT, com precisão de  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ou 2% da temperatura real, sensibilidade térmica (NETD)  $<50\text{ mK}$ , resolução infravermelha de  $320 \times 240$  pixels e tela de 5,7 polegadas (14,4 cm) com resolução de  $320 \times 240$  pixels. Para aferição da temperatura timpânica (TP), foi usado um termômetro laser digital infravermelho (modelo HP 8580) com precisão de  $1,5^{\circ}\text{C}$ , apontando o laser diretamente na região intra-auricular dos ovinos.



**Figura 04:** Termografia de infravermelho de ovinos em câmara climática (câmera termográfica modelo Fluke® Ti55FT) (A), termogramas do globo ocular (B) e das regiões cervical, torácica, dorsal, ventral e glútea analisados no Smartview versão 4.1 (C) (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

Os termogramas foram analisados pelo *software Smartview* versão 4.1, obtendo-se a média em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) considerando-se a emissividade de 0,98. Foi feito um desenho circular delimitando a área do olho entre as bordas superior, média e inferior e a carúncula lacrimal para determinar a temperatura superficial na região do olho do animal (GO), registrando a temperatura máxima da região delimitada (figura 4) (HOFFMANN et al., 2013; PULIDO-RODRÍGUEZ et al., 2017 e 2021; HOOPER et al., 2018). As médias das temperaturas superficiais foram obtidas a partir de pontos de temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ ) das seguintes regiões: cervical (CE), torácica (TO), glútea

(GL), globo ocular (GO) e timpânica (TP) (figura 4) obtidos em cada tratamento (28 °C, 32 °C e 36 °C).

## **2.3 Análise estatística**

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial 4 x 3 x 8 (quatro grupos genéticos, três temperaturas ambientes e 8 pontos de temperaturas superficiais). Os dados dos parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

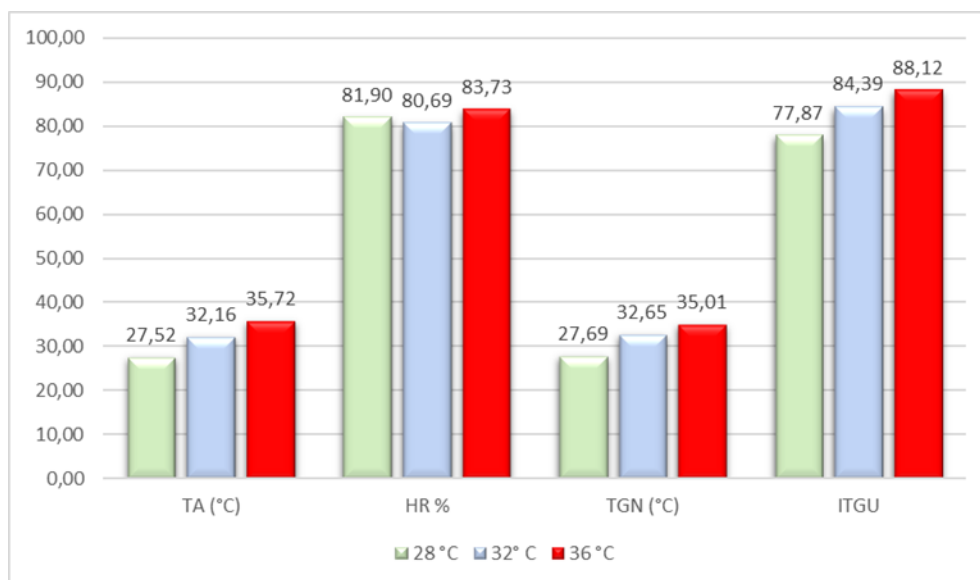
### **3.1 Variáveis ambientais**

Os resultados das variáveis ambientais expressos na figura 5, mostram que as temperaturas ambientes (TA °C) obtidas pelos dataloggers estiveram sempre de acordo com as pré-estabelecidas para o experimento. A umidade relativa (HR %) e a temperatura de globo negro (TGN) aumentaram de acordo com as condições de temperaturas crescentes.

Um valor de ITGU igual a 83 já pode ser considerado uma situação de estresse médio-alto para ovinos (SOUZA, 2010). Neste estudo, os índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) obtidos nas temperaturas 28°C, 32°C e 36°C foram de 77,87, 84,39 e 88,12 respectivamente (Figura 5), o que tornou o ambiente a partir da temperatura 32°C, mais propenso a causar uma situação de alto estresse por calor, capaz de causar alterações nos parâmetros fisiológicos dos animais em estudo. De acordo com Buffington et al (1981), para vacas leiteiras de alta produção, os valores de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 estresse leve; entre 79 e 84 uma situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência.

Para ovinos, a zona de conforto térmico (ZCT) recomendada encontra-se nas temperaturas entre 15 a 30 °C e umidade relativa do ar entre 50 a 70% (BAÊTA e SOUZA, 2010; EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011), com velocidade do vento entre 1,3 e 1,9 m s<sup>-1</sup> (MCDOWELL, 1989). No

presente estudo, os ovinos foram expostos até a temperatura de 36°C, com umidade relativa que ficou acima de 80% em todos os tratamentos, o que coloca os animais fora da ZCT preconizada pelos autores supracitados.



**Figura 5.** Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no interior da câmara climática, em função das temperaturas 28°C, 32°C e 36°C.

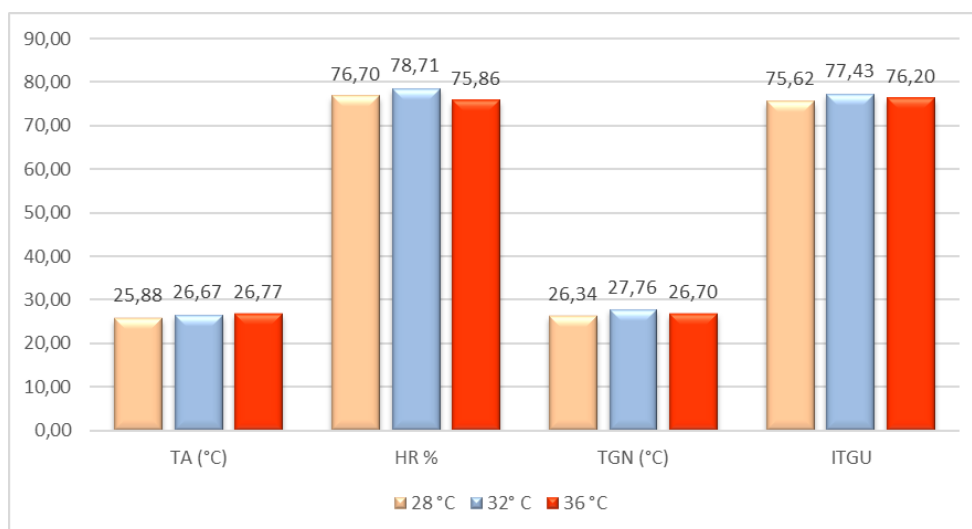
A temperatura do ar juntamente com a umidade relativa são as duas principais variáveis ambientais no que se diz respeito à zona de conforto térmico animal, isso porque em ambientes com temperaturas elevadas, o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio é diminuído, o que gera dificuldade para dissipação de calor na forma sensível (através da radiação, condução e convecção).

É importante destacar, que neste trabalho, a energia térmica absorvida, foi advinda das instalações, objetos e superfícies vizinhas aos animais, incluindo das trocas térmicas entre eles, visto que os mesmos estavam sob sistema intensivo de criação em baias coletivas em um ambiente fechado, sem exposição à radiação solar direta.

Se além da temperatura do ar, a umidade também estiver elevada, serão limitadas as perdas de calor, tanto na forma sensível (por meios não-evaporativos) como na forma insensível (por meios evaporativos, como a respiração e sudorese). Nesses casos, devido ao efeito da umidade, o animal elimina calor com dificuldade pela evaporação cutânea (sudorese) e, como compensação, eleva os movimentos respiratórios para o processo de termólise. A elevação da FR resulta em perda

de calor porque o ar inspirado, ao entrar em contato com o trato respiratório, é umedecido; na expiração o ar está saturado de água, que passa do estado líquido para o estado de vapor (evaporação respiratória).

Os valores médios de ITGU na temperatura 28 °C (figura 5) e no momento em que a câmara climática esteve desligada (figura 6) estiveram entre 75 e 78, não indicando situação de estresse térmico para ovinos segundo Souza (2010). Os valores das variáveis ambientais do período em que a câmara climática ficou desligada e com as portas abertas estão descritos na figura 6, com valores médios evidenciando um ambiente incapaz de propiciar estresse térmico aos ovinos em estudo.



**Figura 6.** Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) sem controle de temperatura, com climatizadores desligados e portas da câmara climática abertas.

É importante acrescentar que tais valores de referência para o ITGU não são específicos para a espécie ovina, sobretudo diversos autores adotam esses parâmetros, associados ou não a outros índices, como base para seus estudos em pequenos ruminantes (COSTA et al., 2015; PANTOJA et al., 2017; NOBRE et al., 2018; DANTAS et al., 2019).

### 3.2 Parâmetros fisiológicos

Observa-se na tabela 1, que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) de tratamentos (28°C, 32°C e 36°C) sobre os parâmetros fisiológicos (TR, FR, e FC), representadas por elevações das médias proporcionalmente ao aumento da temperatura (°C) ao longo dos ciclos experimentais, exceto a

FC que o maior valor foi visto aos 36°C, mas não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos 28°C e 32°C (Tabela 1).

**Tabela 1** – Média geral dos parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de ovinos de diferentes genótipos em função das temperaturas 28 °C, 32 °C e 36 °C em câmara climática.

| Temperatura ambiente (°C) | Variáveis fisiológicas |                             |                             |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | TR (°C)                | FR (mov min <sup>-1</sup> ) | FC (bat min <sup>-1</sup> ) |
| 28 °C                     | 38,56 C                | 30,05 C                     | 93,00 B                     |
| 32 °C                     | 38,78 B                | 71,33 B                     | 92,66 B                     |
| 36 °C                     | 39,23 A                | 179,88 A                    | 102,00 A                    |
| CV (%)                    | 0,71                   | 22,35                       | 10,35                       |

Médias seguidas de letras diferentes na coluna indicam diferença para o fator ( $P<0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC), obtidos considerando o conjunto dos dias de exposição às temperaturas de 28°C, 32°C e 36°C. Observou-se diferença estatística entre os grupos genéticos apenas para a FC, sendo verificado maior valor médio no grupo Soinga ( $P<0,05$ ), enquanto os demais grupos não diferiram entre si ( $P>0,05$ ) para esse parâmetro fisiológico. Para a TR e a FR, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos genéticos ( $P>0,05$ ), indicando comportamento fisiológico semelhante frente às condições experimentais avaliadas.

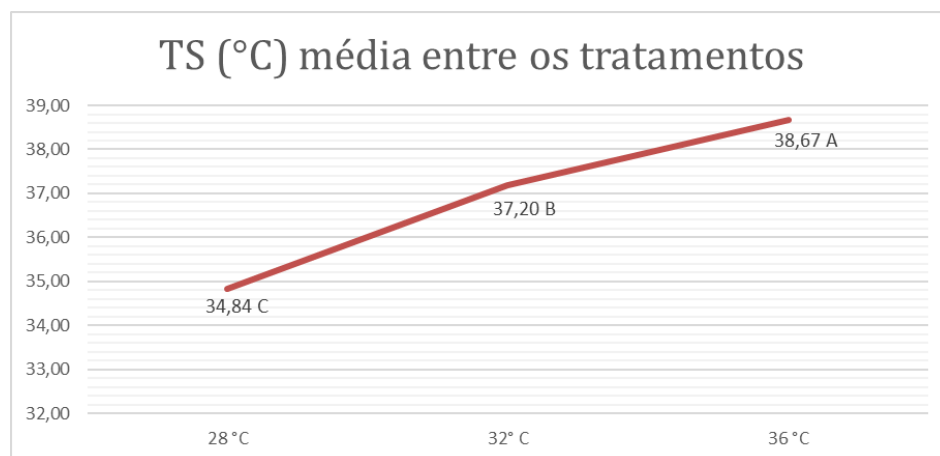
**Tabela 2** – Média geral dos parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de ovinos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e SRD, em câmara climática, considerando todo o período experimental.

| Parâmetros fisiológicos     | Grupos genéticos |                 |                |                | CV (%) |
|-----------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|--------|
|                             | Soinga           | Morada Nova     | Santa Inês     | SRD            |        |
| TR (°C)                     | 38,88 ± 0,32     | 38,74 ± 0,32    | 38,91 ± 0,24   | 38,92 ± 0,15   | 0,21   |
| FR (mov min <sup>-1</sup> ) | 96,59 ± 14,48    | 89,63 ± 13,94   | 95,70 ± 20,89  | 93,11 ± 17,81  | 3,33   |
| FC (bat min <sup>-1</sup> ) | 105,78 ± 7,49 A  | 90,66 ± 10,72 B | 96,37 ± 6,52 B | 90,74 ± 4,13 B | 7,42   |

Médias seguidas de letras diferentes na coluna indicam diferença para o fator ( $P<0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

O aumento da temperatura ambiente (TA) resultou em elevação da frequência cardíaca, principalmente durante a exposição à temperatura de 36°C (Tabela 2). Esse comportamento representa uma importante resposta fisiológica para auxiliar na manutenção da homeotermia, uma vez que o incremento da atividade cardíaca favorece o aumento do fluxo sanguíneo periférico. A vasodilatação periférica promove maior circulação de sangue nos tecidos superficiais, facilitando a dissipação do calor para o ambiente e elevando a temperatura superficial corporal de forma proporcional ao aumento da TA (SOUZA et al., 2012; DANTAS et al., 2019).

Dessa forma, ocorre a dissipação de calor por condução do núcleo central até as extremidades do animal e destas para o ambiente, pelo fluxo sanguíneo ser redirecionado para as áreas superficiais do corpo a fim de eliminar mais calor pelos mecanismos sensíveis (condução, convecção e radiação) e insensíveis (difusão da água da pele) (MARAI et al., 2007). Esse mecanismo justifica a elevação da TS dos ovinos vista neste estudo, que aumentou conforme as variações do ambiente térmico (Figura 7).



**Figura 7.** Média geral das temperaturas superficiais de ovinos de diferentes grupos genéticos em câmara climática em função das temperaturas 28 °C, 32 °C e 36 °C. Letras diferentes entre os rótulos de dados indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

A temperatura ambiental, além de outras variáveis fisiológicas, pode alterar o tônus vagal intensificando a atividade do centro cardioacelerador e vasoconstritor, elevando, portanto, a frequência cardíaca (TORRES et al., 2017). Neste sentido, sabe-se que FC pode ser usada como parâmetro de avaliação do estresse térmico em animais (KOLB, 1981), no caso de ovinos, considera-se a frequência cardíaca normal para espécie ovina, variando entre 70 a 80 bat.min<sup>-1</sup> (REECE, 1996).

Embora tenha diferido estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre os grupos genéticos, e o Soinga demonstrado uma maior elevação da FC aos 36° C, pode-se considerar que nesse tratamento a elevação desse parâmetro foi comum a todos os grupos, que alteraram o fluxo sanguíneo em função da necessidade de dissipação de calor para o ambiente, reduzindo como consequência, o gradiente térmico entre a TS e a TA.

Para pequenos ruminantes o ideal é que haja um gradiente térmico em torno de 6°C entre a temperatura do central e a temperatura superficial, e desta com a temperatura do ambiente (MEDEIROS et al., 2015), gerando menos gasto energético para manter a temperatura central dentro do normal, onde as reações metabólicas e fisiológicas poderão ser realizadas sem prejuízos por aquecimento ou resfriamento (SEJIAN et al., 2019).

De acordo com Silanikove, (2000) frequências respiratórias de 40-60; 60-80 e 80-120 mov  $\text{min}^{-1}$ , caracterizam, respectivamente estresse baixo, médio-alto e alto e acima de 200 mov  $\text{min}^{-1}$ , caracteriza estresse severo em ovinos (SILANIKOVE, 2000). No estudo em questão, todos os ovinos apresentaram médias de FR representativas de estresse médio-alto e alto de acordo com o referido autor. O aumento da FR ocorreu devido ao aumento gradativo da temperatura do ar, resultando em uma diminuição do gradiente térmico entre o animal e o meio, ocorrendo uma menor eficiência na dissipação de calor pela forma sensível quando comparada a forma insensível (DANTAS et al., 2019).

Para a TR, observa-se que os valores médios dos grupos genéticos em estudo estiveram dentro da normalidade para a espécie em todos os tratamentos (tabela 1), a qual segundo Swenson e Reece (1996) o limite basal médio deve ser de 39,1°C e para Cunningham (1999), esta variável em ovinos varia entre 38,5 e 39,9 °C. Os valores de TR observados, denotam a eficiência dos grupos genéticos na dissipação de calor para o ambiente e na manutenção do equilíbrio térmico usando outros mecanismos fisiológicos de adaptação, preservando a temperatura corporal (TR) dentro da normalidade, mesmo em ambiente térmico estressante (COSTA et al., 2015).

É importante citar, que a TR é uma das principais variáveis indicativas de adaptabilidade ao ambiente (TR), visto que animais que apresentam menor aumento na TR são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI Jr. et al., 1986). A temperatura que representa a do núcleo central dos animais representa uma boa medida de tolerância ao calor, e suas variações demonstram o resultado dos processos de perda e ganho de calor (HENRY et al., 2018).

Os ovinos são capazes de tolerar altas temperaturas, pois reduzem seu metabolismo, para evitar um aumento excessivo calor corporal durante o estresse térmico, diminuindo o risco de morte, porém, essa redução no metabolismo pode gerar consequências negativas, provocando queda na produção e produtividade dos animais (PULIDO-RODRIGUEZ et al., 2021). Por isso a importância da busca por genótipos resistentes que apresentem um desempenho economicamente viável e considerado “ótimo”, considerando a realidade climática do ambiente onde está inserido e o sistema de criação utilizado.

### **3.2 Temperaturas superficiais por regiões corporais**

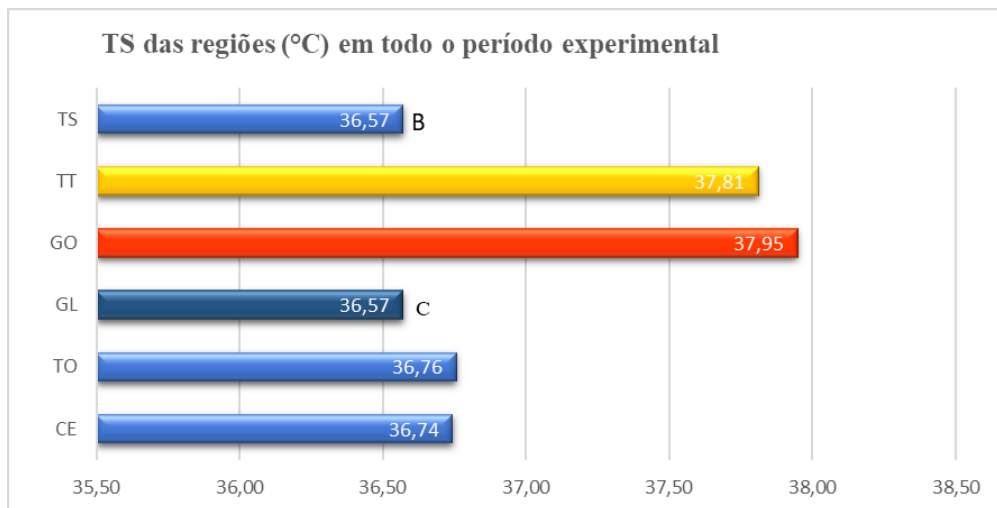
As variações do ambiente térmico afetaram as temperaturas da superfície corporal (Figura 7), e os valores médios das TS seguiram um padrão semelhante em todos os genótipos, apresentando efeito apenas de tratamentos ( $P < 0,05$ ). Para as regiões corporais que foram obtidas as TS (Figura 8), houve diferença estatística ( $< 0,05$ ) entre as TS das regiões durante o período experimental. A temperatura superficial do globo ocular (GO) e a timpânica (TP) demonstraram uma maior sensibilidade dessas regiões variações do ambiente térmico, o que pode indicar tanto uma maior absorvidade do calor no interior da câmara, como uma maior produção de calor gerado pelo aumento do fluxo sanguíneo dessas regiões, na tentativa de facilitar a dissipação de calor para o ambiente.

As temperaturas de superfície, quando obtidas por termografia infravermelha (TIV) são capazes de mostrar diferentes respostas ao ambiente dependendo do grupo genético e estão altamente correlacionadas com características fenotípicas ligadas à tolerância ao calor (Paim et al., 2013).

A TIV é um método não invasivo de sensoriamento remoto usado para medição de alterações na transferência de calor e fluxo sanguíneo, através da detecção de pequenas alterações na temperatura corporal (ROBERTO et al., 2014; STURION et al., 2020). Assim, quando os animais passam por uma situação de estresse por calor, como resposta a essa condição, promovem a estimulação simpática e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenocortical são ativados, e o calor é produzido pelo aumento das concentrações de catecolaminas e cortisol (JOY et al., 2020).

Na tabela 3, observa-se diferenças significativas pela análise de variância ( $P < 0,05$ ) entre as TS das regiões e entre os tratamentos (28° C, 32°C e 36). Houve um aumento progressivo das

médias ao longo das exposições a cada temperatura, com exceção da TP que a média se elevou aos 32°C e diminuiu aos 36°C. Entre as TS avaliadas, nota-se que a superfície do globo ocular (GO) apresentou maior média já na temperatura inicial, aos 28°C. Na exposição aos 32 °C a GO apresentou 37,91 °C, ficando abaixo ( $P<0,05$ ) da TP que chegou aos 39,01 °C. As médias geriais do período experimental não revelaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre as TS das regiões: cervical, torácica, glútea, ventral e TS geral (Figura 8).



**Figura 8.** Médias das temperaturas superficiais por regiões corporais: cervical (CE), torácica (TO), glútea (GL), globo ocular (GO) timpânica (TP) e Superficial Geral (TS) de ovinos de diferentes grupos genéticos em câmara climática. Letras diferentes entre os rótulos de dados indicam diferença estatística ( $P<0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

Na medida em que ocorreram as variações dos ambientes, o gradiente térmico entre a superfície corporal dos animais e o ambiente foi diminuindo, e isso ocasionou alterações nos parâmetros fisiológicos (tabela 1) devido à dificuldade de perda de calor por convecção, condução e radiação. Essa condição estressante promove a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, aumento dos níveis de cortisol e alterações do fluxo sanguíneo que geram o calor detectado pela TIV.

Embora a média da GO nesse trabalho tenha sido a mais elevada quando considerado todo o período experimental (Figura 8), essa região não diferiu das outras ( $P<0,05$ ) após exposição à temperatura mais elevada (36°C), demonstrando elevação uniforme das TS das regiões corporais nesse tratamento. Sabe-se que a elevação da temperatura do globo ocular pode ser mediada por um componente simpático do sistema nervoso autônomo, atividade relacionada a uma das primeiras fases da resposta ao estresse (STEWART et al., 2010).

Devido sua posição anatômica, o olho e a parte de atrás das orelhas são pontos considerados confiáveis para medição de temperatura da superfície corporal por meio da termografia infravermelho. No estudo de Pulido-Rodriguez et al (2021), foi observado correlação entre as temperaturas retal e ocular, possibilitando o uso da TIV como uma metodologia não invasiva para detectar alterações na temperatura central dos animais. Assim, a temperatura superficial da região ocular e timpânica podem estar associadas à temperatura do núcleo corporal por sua proximidade ao cérebro, supondo que essas regiões são mais sensíveis às variações ambientais do que outras regiões corporais.

#### 4 CONCLUSÃO

Os 4 grupos genéticos apresentaram tolerâncias ao calor semelhantes, evidenciadas pela eficiência em dissipar calor por meio do aumento dos batimentos cardíacos e movimentos respiratórios, mantendo a TR normal para espécie, mesmo em ambiente de estresse alarmante.

Os Soinga apresentaram maior elevação dos batimentos cardíacos como meio de compensação adaptativa. Mesmo assim, as elevações da FC, FR e TS foram meios de dissipação de calor comuns a todos os grupos conforme alterava-se o ambiente térmico.

As temperaturas superficiais do globo ocular e timpânica apresentaram maior sensibilidade às variações de temperatura. Entretanto, mais pesquisas são necessárias sobre a relação entre a TS dessas regiões e a temperatura do núcleo central, bem como outras alterações fisiológicas de ovinos nativos, que podem ser identificadas através da TIV.

#### REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269 p.

BACCARI JUNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, O. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. Anais [...]. Campo Grande: SBZ, 1986. p. 316.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

COSTA, W. P. et al. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 4589-4600, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4589.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454 p.

DANTAS, N. L. B. et al. 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>.

DANTAS, N. L. B. et al. Effect of the environment and diet on the physiological variables of sheep in the Brazilian semi-arid region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, p. 971-980, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p971>.

EUSTÁQUIO FILHO, A. et al. 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: 10.1590/S1516-35982011000800026.

FREITAS, A. C. B.; QUIRINO, C. R.; BASTOS, R. Bem-estar de ovinos: revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 18-29, 2017.

FURTADO, D. A. et al. Adaptability of sheep to three salinity levels in different environments. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, p. 283-292, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n1p283>.

FURTADO, D. A. et al. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, n. 2, p. 72-77, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v5n2p72-77>.

HABIBU, B. et al. 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.2018.05.023>.

HENRY, B. K.; ECKARD, R. J.; BEAUCHEMIN, K. A. Review: adaptation of ruminant livestock production systems to climate change. **Animal**, v. 12, p. 445-456, 2018. DOI: 10.1017/S1751731118001301.

HOFFMANN, G. et al. Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera. **Veterinary Research Communications**, v. 37, n. 2, p. 91-99, 2013. DOI: 10.1007/s11259-012-9549-3.

HOOPER, H. B.; DOS SANTOS SILVA, P.; DE OLIVEIRA, S. A.; MERIGHE, G. K. F.; NEGRÃO, J. A. Estresse agudo por calor induz alterações nas respostas fisiológicas e celulares em caprinos Saanen. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 2257-2265, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1614-0>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal 2020**: crescimento de todas as atividades englobadas na pesquisa em relação a 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em:

[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2020\\_v48\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf). Acesso em: 20 ago. 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Geneva: IPCC, 2021. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-new-climate-report-clarion-call-urgent-action>. Acesso em: 10 ago. 2022.

KOLB, E. Coração e circulação. In: GÜNTLER, H.; KETZ, H. A.; KOLB, E.; SCHRÖDER, H.; SEIDEL, H. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980. p. 263-294.

MCDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. 1. ed. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

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>.

MEDEIROS, L. F. D. et al. Reações fisiológicas de cabras em diferentes ambientes e coeficiente de tolerância ao calor em cabritos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, p. 286-296, 2015.

NOBRE, I. S. et al. Ingestive behavior and thermoregulation in sheep fed forage cactus silage undergoing intermittent water supply. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 4, p. 1683-1694, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1683>.

PAIM, T. P. et al. Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. **International Journal of Biometeorology**, v. 57, n. 1, p. 59-66, 2013.

PANTOJA, M. H. D. A. et al. Thermoregulation of male sheep of indigenous or exotic breeds in a tropical environment. **Journal of Thermal Biology**, v. 69, p. 302-310, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.09.002>.

PULIDO-RODRÍGUEZ, L. F. et al. 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>.

PULIDO-RODRÍGUEZ, L. F. et al. Termografia infravermelha da superfície ocular como indicador de estresse em suínos na fase de creche. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 453-458, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000500005>.

REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 199-205.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; DELFINO, L. J. B.; MARQUES, B. B. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 1, p. 11-19, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14269/2318-1265.v02n01a03>.

SANTOS, M. L. P. et al. Physiological responses of Santa Inês × Dorper ewes and lambs to thermal environment of silvopasture and open pasture systems. **Small Ruminant Research**, v. 205, p. 106565, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106565>.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

SEJIAN, V. et al. Genes for resilience to heat stress in small ruminants: a review. **Small Ruminant Research**, v. 173, p. 42-53, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.02.009>.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 2, p. 1-18, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7).

SOUSA JUNIOR, S. C. et al. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 10, p. 127-137, 2008.

SOUZA, B. B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/>. Acesso em: 5 ago. 2022.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L.; SILVA, J. O.; ZOTTI, C. A.; FERREIRA, E. M. Avaliação da temperatura timpânica para estudos bioclimáticos em ovinos deslanados. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, p. 62-66, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v8i3.189>.

STEWART, M.; VERKERK, G. A.; STAFFORD, K. J.; SCHAEFER, A. L.; WEBSTER, J. R. Noninvasive assessment of autonomic activity for evaluation of pain in calves, using surgical castration as a model. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 3602-3609, 2010.

STURION, M. A. T.; FOGAÇA, J. L.; VETTORATO, M. C.; MACHADO, V. M. V. Termografia infravermelha em medicina veterinária: histórico, princípios básicos e aplicações. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-20, 2020.

TORRES, T. S. et al. Behavioral and thermoregulatory characteristics of Dorper sheep. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, n. 3, p. 85-90, 2017.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

## **CAPÍTULO 6**

**Efeitos do estresse térmico sobre parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hormonais de ovinos nativos de diferentes genótipos em câmara climática**  
**Effects of Heat Stress on Physiological, Biochemical, and Hormonal Responses of Native Sheep of Different Genotypes in a Climatic Chamber**

**Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; José Antônio da Silva Pires<sup>1</sup>; Ricardo de Sousa Silva<sup>1</sup>;  
Raimundo Calixto Martins Rodrigues<sup>2</sup>; Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>1</sup>; Luanna  
Figueiredo Batista<sup>1</sup>; Antônio Fernando de Melo Vaz<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>;  
Dermeval Araújo Furtado<sup>1</sup>; Antônio Nelson Lima da Costa<sup>3</sup>; José Valmir Feitosa<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Maranhão, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

\*Autor para correspondência: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c06.2026>

### **RESUMO**

Avaliou-se o efeito de diferentes temperaturas sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hormonais de ovinos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e SRD, em câmara climática. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados, em baias contendo 8 animais em cada (2 de cada grupo genético), expostos a 3 ambientes térmicos (AT = 28 °C, 32 °C e 36 °C) por um período de 15 dias,

10 horas por dia. Foram mensuradas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) e avaliados os parâmetros hormonais (Cortisol, T3 e T4) e bioquímicos após a exposição a cada temperatura. O ambiente térmico influenciou ( $p < 0,05$ ) as médias de TR, FR e TS. O ITGU indicou estresse severo a partir de  $32^{\circ}\text{C}$  ( $>84$ ), com pico de elevação a  $36^{\circ}\text{C}$  ( $>88$ ). Todos os genótipos alteraram parâmetros fisiológicos conforme o ambiente variou, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos. As concentrações de T3 e T4 ficaram dentro da referência para a espécie em todos os tratamentos. O cortisol diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e grupos genéticos. Houve diferenças ( $P < 0,05$ ) no colesterol médio (COL) entre os tratamentos e grupos genéticos e triglicerídeos (TRI) apenas entre os grupos de tratamento com  $\text{TA} = 36^{\circ}\text{C}$ . Para glicose (GLI) houve diferenças ( $P < 0,05$ ) apenas entre os tratamentos. Todos os animais foram capazes de manter a homeotermia mesmo em ambiente de estresse por calor, evidenciando a equivalência adaptativa entre ovinos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e os sem raça definida (SRD), devido à alta tolerância ao calor em ambientes extremos.

**Palavras-chave:** Metabólitos sanguíneos; Termorregulação; Tolerância ao calor.

## ABSTRACT

The effect of different temperatures on the physiological, biochemical and hormonal parameters of Soinga, Morada Nova, Santa Inês and SRD sheep was evaluated in a climatic chamber. Twenty-four uncastrated male sheep were used in pens containing 8 animals each (2 from each genetic group), exposed to 3 thermal environments ( $\text{AT} = 28^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$  and  $36^{\circ}\text{C}$ ) for a period of 15 days, 10 hours per day. Rectal temperature (RT), respiratory rate (RR) and surface temperature (TS) were measured and hormonal (Cortisol, T3 and T4) and biochemical parameters were evaluated after exposure to each temperature. The thermal environment influenced ( $p < 0.05$ ) the means of RT, RR and TS. ITGU indicated severe stress from  $32^{\circ}\text{C}$  ( $> 84$ ), with a peak elevation at  $36^{\circ}\text{C}$  ( $> 88$ ). All genotypes changed physiological parameters as the environment varied, with no difference ( $P > 0.05$ ) between genetic groups. T3 and T4 concentrations were within the reference for the species in all treatments. Cortisol differed ( $P < 0.05$ ) between treatments and genetic groups. There were differences ( $P < 0.05$ ) in mean cholesterol (COL) between treatments and genetic groups and triglycerides (TRI) only between treatment groups with  $\text{TA} = 36^{\circ}\text{C}$ . For glucose (GLI) there were differences ( $P < 0.05$ ) only between treatments. All animals were able to maintain homeothermy

even in a heat stress environment, evidencing the adaptive equivalence between Soinga, Morada Nova, Santa Inês and mixed breed (SRD) sheep, due to their high tolerance to heat in extreme environments.

**Keywords:** Blood metabolites; Thermoregulation; Heat tolerance.

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura tem se firmado nas últimas décadas como uma importante atividade de produção animal em expansão ao redor do mundo, servindo como fonte de renda e como meio para a fixação dos produtores e seus familiares no campo. Embora existam grandes potencialidades, os sistemas de criação de ovinos expressam índices produtivos e reprodutivos abaixo do seu real potencial. Entre as principais causas relacionadas a esse fato, ganham destaque as condições climáticas, no tocante às altas temperaturas e as variações da umidade relativa do ar (BERIHULAY et al., 2019).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) divulgou o novo relatório histórico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) - Mudança Climática 2021: A Base da Ciência Física - que descreve o estado atual das mudanças climáticas provocadas por humanos, em um nível considerado preocupante (IPCC, 2021). Em virtude disso, os efeitos diretos do estresse por calor ocorrerão principalmente devido ao aumento das temperaturas ambientais e à frequência e intensidade das ondas de calor (LACETERA, 2019), influenciando consideravelmente a sustentabilidade da produção animal em todo o mundo.

Nas regiões tropicais, são criadas diversas raças de ovinos nativos com elevada capacidade de tolerância ao calor, considerados recursos genéticos de grande importância pela sua alta adaptabilidade às imposições climáticas da região. O grupo genético Soinga vem se destacando por apresentar capacidade de conviver no clima semiárido, apresentando bons índices de produtividade, dentre eles, o ganho de peso e uma carne de excelente qualidade (CAVALCANTE 2018; MEDEIROS et al., 2019). Ainda assim, são escassas as publicações de estudos científicos sobre esse genótipo, que tem potencial para ser melhorado e disseminado como um recurso genético para o enfrentamento das alterações climáticas em regiões semiáridas tropicais.

A avaliação de parâmetros fisiológicos de animais criados em ambientes quentes é importante para identificar a capacidade de regulação térmica a partir das alterações homeostáticas, como mudanças na temperatura corporal, metabolismo e hormônios termogênicos (COSTA et al.,

2015; COSTA et al., 2018). Junto a isso, as variáveis fisiológicas e os indicadores homeostáticos relacionados a bioquímica sanguínea são importantes dentro do contexto da adaptação ao ambiente (HELAL et al., 2010).

Avaliações hormonais, principalmente daqueles produzidos pela hipófise (prolactina), adrenal (cortisol) e tireoide (triiodotironina-T3 e tiroxina-T4), são importantes devido o papel determinante desses hormônios na termorregulação e ajustes metabólicos em animais, em ambientes quentes (JOY et al., 2020). O cortisol é considerado o principal hormônio do estresse em ruminantes, embora no que tange ao estresse por calor, ainda é preciso mais estudos que validem esse hormônio como um indicador de estresse térmico confiável para ovinos (DAS et al., 2016).

Experimentos em câmaras climáticas permitem um controle de variáveis ambientais, como a temperatura e a umidade relativa, de modo a proporcionar uma avaliação precisa da influência do ambiente térmico sobre a capacidade termorregulatória dos animais. Essas informações são essenciais para identificar o grau de adaptação ao calor de genótipos nativos do semiárido, possibilitando melhoramentos e ajustes nas práticas de manejo, amenizando as possíveis perdas dentro dos sistemas de produção (TORRES et al., 2017; POLLI et al., 2020).

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes ambientes térmicos (28°C, 32°C e 36°C) em câmara climática, sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hormonais de ovinos nativos de diferentes grupos genéticos.

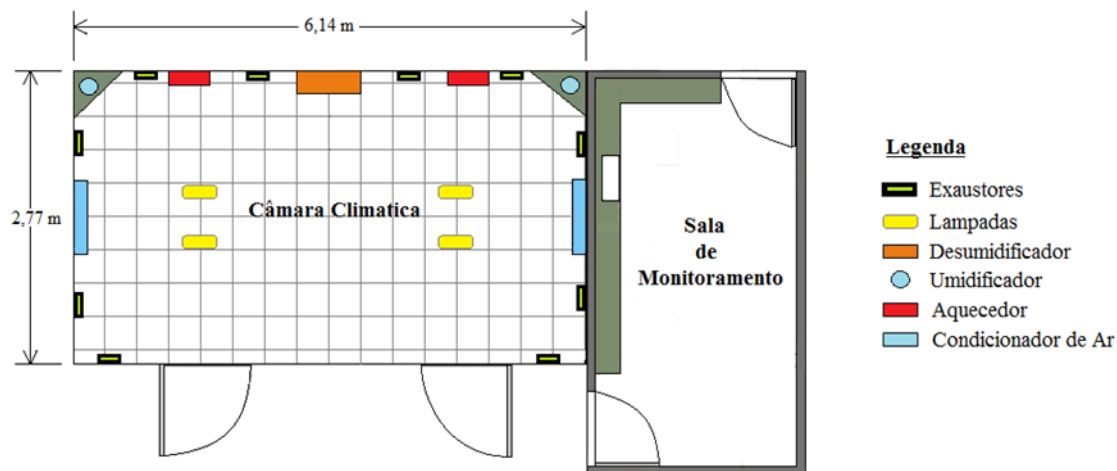
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e desenho experimental**

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pela Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, Protocolo CEP N°. 097.2019.

O experimento foi conduzido em câmara climática, entre os meses de setembro e novembro de 2021, no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LACRA) da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Campina Grande-PB 7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste). A câmara climática utilizada possui 6,14 m de comprimento, por 2,77 m de largura, com

área construída de 17,00 m<sup>2</sup> (Figura 1), confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo.

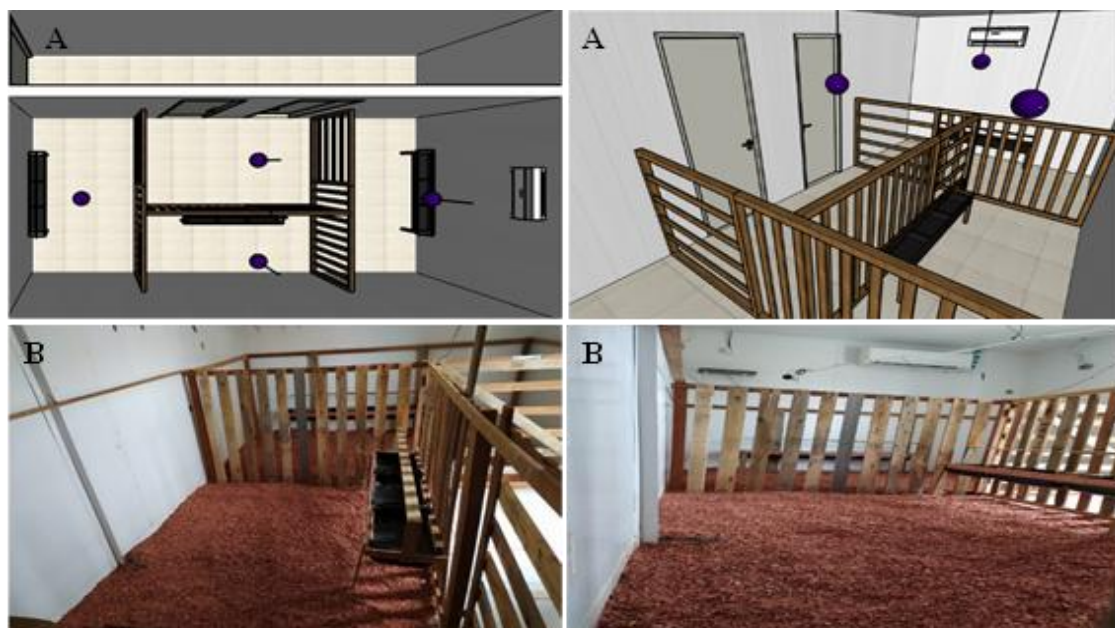


**Figura 01.** Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com a descrição dos respectivos equipamentos.

Foram utilizados 24 ovinos machos, das raças Santa Inês, Morada Nova, Soinga e sem padrão racial definido (SPRD), sendo seis de cada raça/grupo genético, com idade média de cinco meses e peso médio de 20 kg. Todos os animais foram examinados e vermifugados na fase pré-experimental.

A ração fornecida foi composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon*, (L) Peso (50,54 kg), farelo de milho (34,69 kg), farelo de soja (13,32 kg), calcário (0,45 kg) e suplemento mineral (1,0 kg). O arraçoamento dos animais foi *ad libitum* e fornecido duas vezes ao dia, às 8h e às 16h, com ajuste diário do consumo. O consumo de água foi *ad libitum* e fornecido uma vez ao dia, em uma porção de 3 litros por animal/dia.

Os animais foram mantidos em 3 baias coletivas com cerca de 4,00m<sup>2</sup> cada, distribuídos aleatoriamente 8 animais em cada baia. O piso da câmara climática foi forrado com uma camada de 10cm de serragem de madeira (figura 2), que foi trocada semanalmente para que houvesse boa absorção das fezes e urina dos animais.



**Figura 02:** Representação esquemática das baias (A) e foto do interior da câmara climática após confecção das baias (B). (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

Os ovinos foram expostos às temperaturas de 28 °C, 32 °C e 36°C, com umidade do ar média de 79,70 %, 83,09% e 85,28 %, sendo que para cada temperatura, foi estabelecido um período de 15 dias consecutivos de exposição em ambiente controlado (câmara climática). Ao 11º dia de exposição a cada temperatura, foi feita a coleta de sangue para análises laboratoriais dos parâmetros bioquímicos e hormonais.

Os animais foram mantidos durante 10h de exposição contínua por dia em cada temperatura, alternando com 14h de temperatura ambiente com a câmara climática desligada e de portas abertas. Entre cada tratamento, os animais permaneceram no local do experimento com os equipamentos desligados e portas abertas, sem influência de temperatura controlada durante 5 dias consecutivos, para eliminar o efeito residual.

## 2.2 Coleta de dados

### 2.2.1 Dados ambientais

Durante todo período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio de 3 dataloggers tipo HOBO, com cabo externo com os sensores acoplados ao globo negro, esses

equipamentos foram instalados na área central de cada baia, alocados na altura do centro de massa dos animais (figura 3), e foram programados para registrar os dados a cada hora durante 24 horas, sendo utilizados para análise estatística, os horários das 7h00 às 17h00 horas (horário em que a câmara ficou fechada com a temperatura e umidade controladas).



**Figura 03.** Datalogger tipo HOBO (A), e cabo externo com os sensores acoplados ao globo negro próximo à altura dos animais na área central da baia (B). (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

Para verificação da velocidade do vento, foi usado um anemômetro digital modelo AD-250 portátil, com faixa de medição de 0,4 a 30 m/s, posicionado na altura do centro de massa dos animais para que este pudesse registrar a movimentação do ar provocada pelos exaustores, climatizadores e pela entrada e saída de pessoas dentro da câmara, quando estes estiverem fornecendo o alimento ou coletando os dados experimentais.

Os valores dos índices de conforto térmicos foram determinados a partir dos dados observados, no período de 7h00 às 17h00, horário da temperatura controlada com a câmara fechada, em intervalos de uma hora. Para o cálculo do Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), foi utilizada a fórmula sugerida por Buffington et al. (1981), expressa da seguinte maneira:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Onde:

ITGU: índices de temperatura de globo negro e umidade, °C;

$T_{gn}$ : temperatura do globo negro, °C;

$T_{po}$ : Temperatura do ponto de orvalho, °C.

### 2.2.2 Temperatura retal e superficial e frequência respiratória

As variáveis fisiológicas foram medidas no turno da tarde em todos os animais do experimento, entre as 14h30 e 15:30h, durante os dias de coletas de cada tratamento experimental (28 °C, 32 °C e 36°C), sendo aferidas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), e temperatura superficial (TS). A obtenção da temperatura retal foi realizada com a introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, diretamente no reto, em contato com a mucosa retal do animal, a uma profundidade de 5 cm, permanecendo por um período de 2 min.

A frequência respiratória foi medida por meio da auscultação indireta das bulhas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos durante um minuto, obtendo-se assim a quantidade de mov  $\text{min}^{-1}$ .



**Figura 04:** Termografia de infravermelho de ovino em câmara climática (câmera termográfica Fluke®Ti55FT) (A) e termograma analisado no *Smartview* versão 4.1 (B) (Fonte: arquivo pessoal, 2021).

A temperatura superficial (TS) foi obtida por termografia infravermelha, quando os animais permaneceram imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, utilizando uma câmera termográfica modelo Fluke® Ti55FT, com precisão de  $\pm 2$  °C ou 2% da temperatura real,

sensibilidade térmica (NETD) <50 mK, resolução infravermelha de 320 × 240 pixels e tela de 5,7 polegadas (14,4 cm) com resolução de 320 × 240 pixels.

Os termogramas foram analisados pelo *software Smartview* versão 4.1, considerando-se a emissividade de 0,98. As TS foram obtidas a partir da média dos pontos de temperatura máxima (°C) das regiões: cervical, torácica, dorsal, ventral e glútea (figura 4) obtidos no turno da tarde durante os dias de aferições de parâmetros fisiológicos em cada fase experimental e suas respectivas temperaturas (28 °C, 32 °C e 36 °C).

### **2.2.3 Parâmetros bioquímicos**

Para avaliação dos parâmetros séricos, no 11º dia de exposição a cada temperatura (28 °C, 32 °C e 36°C), foram colhidos 4 ml de sangue por punção da veia jugular nos animais. A coleta do sangue foi feita pela manhã, antes da alimentação, por meio de seringas de 5 ml, que foram transferidos para tubos sem anticoagulante, previamente identificados e em seguida passaram por processo de centrifugação (centrifuge model 90-1, Coleman Equipamentos para Laboratório Comp. E Imp. Ltda, Brasil) a 3000 rpm/15 min, no qual após a obtenção do soro, o material foi armazenado em microtubos identificados e congelados a -20 °C.

Em seguida, as concentrações plasmáticas foram mensuradas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB, em Analisador Bioquímico Automático (Cobas C111, Roche). Os valores foram determinados através de ensaios enzimáticos ou colorimétricos em kits específicos de ureia (URE) UV cinético (urease e glutamato desidrogenase), creatinina (CRE) cinético (Jaffé reação modificada), proteínas totais (PT) colorimétrico (reação de biureto), albumina (ALB) colorimétrico (verde bromocresol - BCG), colesterol (COL) cinético (colesterol oxidase (CHOD)-PAP), triglicerídeos (TRI) cinético (glicerol-3- fosfato oxidase -GPO-PAP).

### **2.2.3 Hormônios tireoidianos (T3 e T4) e cortisol**

As amostras de sangue foram coletadas no 11º dia de cada tratamento experimental (28 °C, 32 °C e 36°C), por meio de punção na veia jugular após assepsia com álcool iodado. Nas coletas foram usadas agulhas de calibre 0,8x25mm e tubos à vácuo de 5ml, contendo anticoagulante etileno

diaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%. As amostras de sangue foram centrifugadas a 4°C a 3.000 rpm x (1.100XG) por 15 minutos. O sobrenadante resultante da centrifugação foi separado em alíquotas de 1,5mL e armazenados a -20 °C.

As concentrações plasmáticas de cortisol, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3) foram analisadas em duplicatas mediante técnica ELISA, utilizando *kits* laboratoriais de uso comercial (INVITRO), desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios.

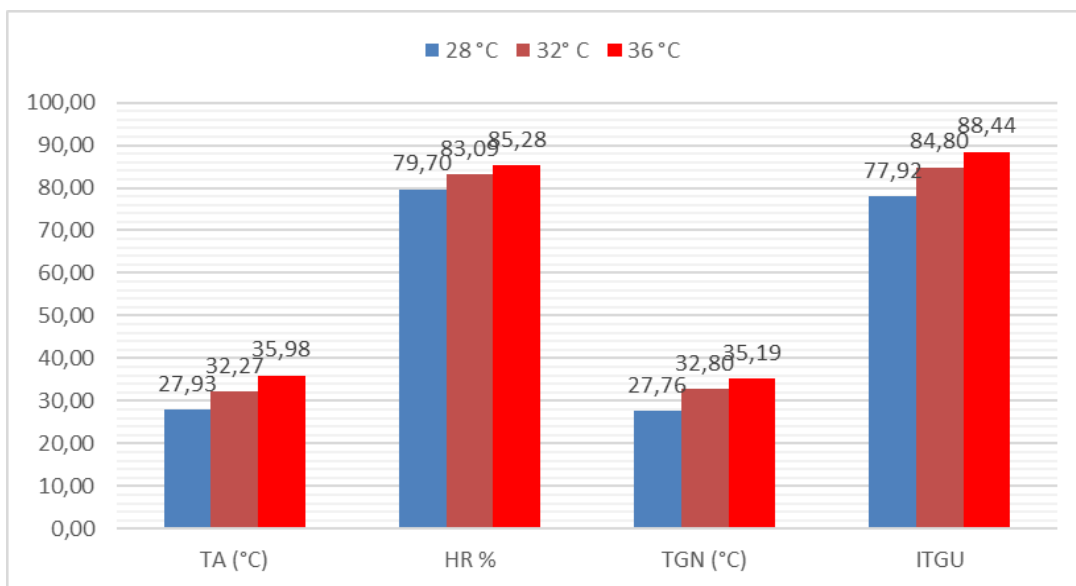
### **2.2.5 Análise estatística**

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial 4 x 3, (quatro grupos genéticos e três temperaturas). Os dados das variáveis ambientais e parâmetros fisiológicos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste Teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Para os dados dos parâmetros sanguíneos (Bioquímicos, T3, T4 e Cortisol), foi realizada análise para duas variáveis independentes (raças e tratamentos térmicos) através de ANOVA (Dual-way) seguida por post hoc teste Bonferroni no GraphPrism® (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA) para Windons, e a significância estatística foi estabelecida em  $P \leq 0,05$ .

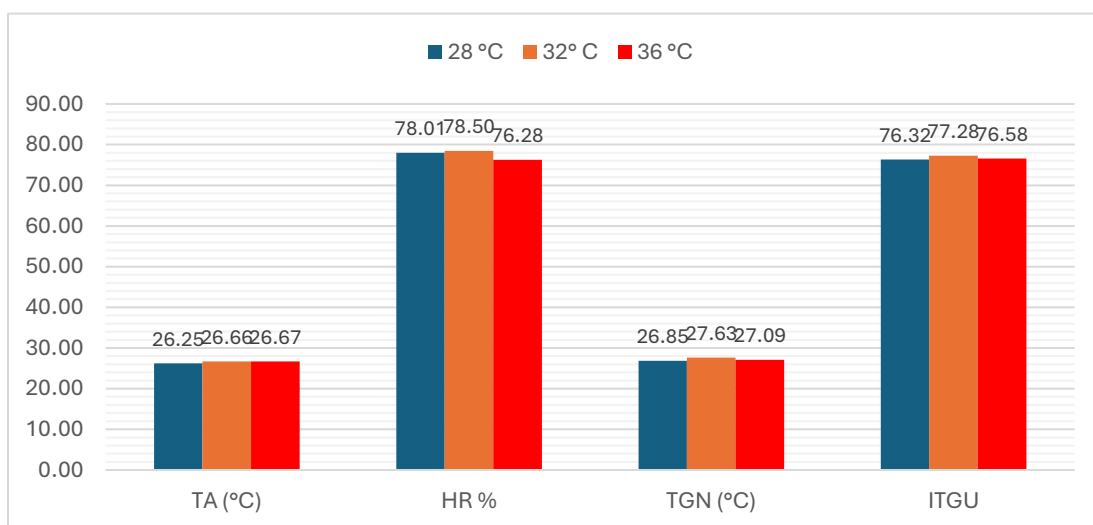
## **2 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na figura 5 estão as variáveis que caracterizam o ambiente térmico, temperatura do ar (TA), temperatura de globo negro (TGN), umidade relativa (UR) e os índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU). Em cada fase experimental os valores de TA estiveram de acordo com o pré-estabelecido (28 °C, 32 °C e 36°C). Os valores médios de UR, TGN e ITGU aumentaram proporcionalmente à elevação da temperatura, atingindo os valores máximos de 85,28%, 35,19 °C e 88,44 aos 36 °C respectivamente, demonstrando um ambiente fora da zona de conforto térmico dos animais (Figura 5).



**Figura 5.** Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no interior da câmara climática, em função das temperaturas 28°C, 32°C e 36°C.

No momento em que a câmara climática esteve desligada e de portas abertas, as variáveis ambientais (TA, HR, TGN), bem como o ITGU, demonstraram não haver condições que representasse desconforto térmico para os animais em estudo (Figura 6).



**Figura 6.** Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) sem controle de temperatura, com climatizadores desligados e portas da câmara climática abertas.

Durante o período experimental, as exposições a ambientes térmicos distintos afetaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a temperaturas retal (TR), temperatura superficial (TS) e frequência

respiratória (FR) dos ovinos (Tabela 1). Para o fator grupo genético, foi observado variações semelhantes e os valores médios dos parâmetros fisiológicos mencionados aumentaram na medida em que a temperatura de exposição era elevada, diferindo apenas entre os tratamentos ( $P<0,05$ ) com os maiores valores na exposição aos 36 °C (Tabela 1).

**Tabela 1** – Média geral dos parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) de ovinos de diferentes genótipos em função das temperaturas 28 °C, 32 °C e 36 °C em câmara climática.

| Temperatura ambiente (°C) | Variáveis fisiológicas |                             |                             |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | TR (°C)                | FR (mov min <sup>-1</sup> ) | FC (bat min <sup>-1</sup> ) |
| 28 °C                     | 38,56 C                | 30,05 C                     | 93,00 B                     |
| 32 °C                     | 38,78 B                | 71,33 B                     | 92,66 B                     |
| 36 °C                     | 39,23 A                | 179,88 A                    | 102,00 A                    |
| CV (%)                    | 0,71                   | 22,35                       | 10,35                       |

Médias seguidas de letras diferentes na coluna indicam diferença para o fator ( $P<0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

As concentrações plasmáticas de T3 e T4 estiveram dentro dos valores de referência para espécie em todos os tratamentos, sem diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) significativas (Tabela 2).

Apenas os níveis de Cortisol diferiram significativamente ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos e os grupos genéticos, estando todos os grupos com as menores médias aos 28°C. Aos 32°C os ovinos Soinga e Morada Nova apresentaram as menores médias em comparação aos Santa Inês e SRD, e aos 36°C o cortisol foi significativamente mais elevado ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos, sem diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos (Tabela 2).

Para os parâmetros metabólicos expostos na tabela 3, foi constatado diferenças estatísticas ( $P<0,05$ ) nas médias de colesterol (COL) entre os tratamentos e grupos genéticos e de triglicerídeos (TRI) apenas entre os grupos do tratamento com TA= 36°C. Para glicose (GLI) houve diferenças ( $P<0,05$ ) apenas entre os tratamentos; e não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos metabolitos: proteína total, albumina, creatinina e ureia.

O grupo genético Soinga apresentou uma menor variação das médias de COL em função das temperaturas experimentais, diferente dos outros genótipos que os valores se elevaram do

tratamento 28 °C para o 32 °C e diminuíram significativamente ( $P<0,05$ ) após exposição ao tratamento 36 °C (Tabela 3).

Dentro das instalações, a temperatura (TA) média máxima (35,98°C) (figura 5) e a TA mínima (26,25°C) (figura 6) encontram-se, respectivamente, acima da zona de conforto térmico (ZCT) para a espécie, que deve ser inferior a 25,0°C com umidade relativa de 65,0 % segundo Eustáquio Filho et al (2011). A amplitude entre as TA foi de 9,73 °C, o que exige uma rápida adaptação fisiológica às variações térmicas, situação semelhante ao que ocorre no semiárido.

**Tabela 2** – Médias das concentrações plasmáticas de cortisol, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3) de diferentes grupos genéticos em função das temperaturas 28, 32 e 36 (°C).

| Parâmetros hormonais | Grupos genéticos |                |                |                | Valores de referência para Ovinos |
|----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|
|                      | Soinga           | Morada Nova    | Santa Inês     | SRD            |                                   |
| 28°C                 |                  |                |                |                |                                   |
| Cortisol (ng/ml)     | 7,69 ± 1,00 B    | 7,11 ± 0,48 C  | 7,15 ± 1,23 B  | 7,37 ± 0,59 C  | 6,00 ± 1,00                       |
| T4 (ng/ml)           | 1,23 ± 0,06      | 1,23 ± 0,06    | 1,16 ± 0,06    | 1,24 ± 0,02    | -                                 |
| T3 (ng/ml)           | 0,95 ± 0,08      | 0,99 ± 0,16    | 0,93 ± 0,19    | 1,04 ± 0,15    | 0,63 - 1,5                        |
| 32°C                 |                  |                |                |                |                                   |
| Cortisol (ng/ml)     | 7,72 ± 1,19 Bc   | 7,76 ± 0,58 Bc | 9,35 ± 0,69 Aa | 8,45 ± 0,40 Bb | 6,00 ± 1,00                       |
| T4 (ng/ml)           | 1,22 ± 0,04      | 1,22 ± 0,03    | 1,17 ± 0,20    | 0,99 ± 0,17    | -                                 |
| T3 (ng/ml)           | 0,93 ± 0,05      | 0,91 ± 0,11    | 0,85 ± 0,16    | 0,88 ± 0,09    | 0,63 - 1,5                        |
| 36°C                 |                  |                |                |                |                                   |
| Cortisol (ng/ml)     | 9,00 ± 0,85 A    | 9,77 ± 0,16 A  | 9,82 ± 0,17 A  | 9,57 ± 0,57 A  | 6,00 ± 1,00                       |
| T4 (ng/ml)           | 0,93 ± 0,19      | 1,04 ± 0,15    | 0,93 ± 0,05    | 0,91 ± 0,11    | -                                 |
| T3 (ng/ml)           | 0,79 ± 0,13      | 0,90 ± 0,10    | 0,76 ± 0,06    | 0,76 ± 0,08    | 0,63 - 1,5                        |

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste ANOVA (Dual-way) seguida por post hoc teste Bonferroni ( $P<0,05$ ).

Na figura 5 constata-se que a umidade relativa (UR) ultrapassou os 80% aos 32°C e aos 36°C, estando acima dos valores ideais para ovinos segundo Baêta e Souza (2010), que é entre 50 e 80%. A elevação da UR, associada as temperaturas mais elevadas, promovem a elevação da taxa metabólica dos animais, elevando o consumo de água e consequente sua eliminação, através do suor e da urina, que podem ter contribuído para o aumento da UR, como fontes adicionais de umidade na câmara (MIRANDA et al., 2018).

A umidade relativa do ar afeta significativamente o balanço calórico em um ambiente quente, onde a perda de calor por meio da evaporação é essencial para a manutenção da temperatura corporal. Na medida em que a UR e a TA ultrapassam a ZCT, há um aumento da sensibilidade dos ovinos ao estresse térmico, dificultando a dissipação do calor e aumentando temperatura corporal (BORGES et al., 2018).

**Tabela 3** – Médias dos parâmetros metabólicos: proteína total (PT), albumina (ALB), creatinina (CRE), ureia (URE), glicose (GLI), triglicerídeos (TRI) e colesterol (COL) de ovinos de diferentes genótipos em função das temperaturas 28, 32 e 36 (°C) em câmara climática.

| Parâmetros metabólicos | Grupos genéticos |                |                |               | Valores de referência para ovinos |
|------------------------|------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
|                        | Soinga           | Morada Nova    | Santa Inês     | SRD           |                                   |
| 28°C                   |                  |                |                |               |                                   |
| PT (g/dL)              | 3,97±0,12        | 4,00±0,14      | 4,00±0,22      | 4,18±0,13     | 6,0 – 7,9                         |
| ALB (g/dL)             | 2,36±0,10        | 2,28±0,11      | 2,37±0,15      | 2,34±0,18     | 2,4 – 3,0                         |
| CRE mg/dL)             | 0,33±0,05        | 0,40±0,10      | 0,37±0,10      | 0,37±0,08     | 1,2 – 1,9                         |
| URE (mg/dL)            | 21,05±4,92       | 19,13±1,74     | 20,82±2,16     | 21,09±4,13    | 17,12 – 42                        |
| GLI (mg/dL)            | 40,55±4,93 B     | 38,43±2,73 B   | 39,53±1,79 B   | 36,64±5,62 B  | 50 -80                            |
| TRI (mg/dL)            | 29,19±3,39       | 27,64±4,11     | 28,61±6,45     | 27,68±8,87    | 9 - 30                            |
| COL (mg/dL)            | 87,71±11,5 Ba    | 86,51±12,67 Ba | 92,26±17,04 Ba | 76,96±14,8Bb  | 52 - 76                           |
| 32°C                   |                  |                |                |               |                                   |
| PT (g/dL)              | 3,97±0,27        | 3,82±0,13      | 3,73±0,25      | 3,93±0,15     | 6,0 – 7,9                         |
| ALB (g/dL)             | 2,44±0,23        | 2,48±0,10      | 2,49±0,08      | 2,54±0,13     | 2,4 – 3,0                         |
| CRE (mg/dL)            | 0,40±0,08        | 0,40±0,06      | 0,42±0,07      | 0,37±0,10     | 1,2 – 1,9                         |
| URE (mg/dL)            | 17,14±2,39       | 19,34±3,33     | 20,73±1,68     | 17,93±4,05    | 17,12 – 2,8                       |
| GLI (mg/dL)            | 65,55±4,76 A     | 65,92±4,20 A   | 72,94±1,96 A   | 65,71±3,93 A  | 50 -80                            |
| TRI (mg/dL)            | 27,56±8,90       | 22,60±3,03     | 18,83±4,37     | 22,04±4,70    | 9 - 30                            |
| COL (mg/dL)            | 89,03±11,9Bb     | 106,20±14,8 Aa | 114,01±39,8 Aa | 93,38±13,6 Ab | 52 - 76                           |
| 36°C                   |                  |                |                |               |                                   |
| PT (g/dL)              | 3,65±0,13        | 3,67±0,08      | 3,68±0,31      | 3,83±0,19     | 6,0 – 7,9                         |
| ALB (g/dL)             | 2,19±0,10        | 2,05±0,10      | 2,26±0,31      | 2,21±0,10     | 2,4 – 3,0                         |
| CRE (mg/dL)            | 0,35±0,10        | 0,35±0,08      | 0,30±0,08      | 0,35±0,08     | 1,2 – 1,9                         |
| URE (mg/dL)            | 19,03±4,99       | 18,49±3,99     | 18,52±4,51     | 18,43±3,18    | 17,12 – 42                        |
| GLI (mg/dL)            | 66,82±3,57 A     | 63,72±4,24 A   | 64,67±6,45 A   | 62,28±5,76 A  | 50 -80                            |
| TRI (mg/dL)            | 20,62±2,99 c     | 27,96±1,41a    | 24,89±5,62 b   | 24,64±5,67 b  | 9 - 30                            |
| COL (mg/dL)            | 96,41±11,52 Aa   | 48,89±8,43 Cb  | 46,31±6,86 Cb  | 45,18±9,05 Cb | 52 - 76                           |

A, B, C: As médias dentro da coluna são significativamente diferentes (P <0,05); a, b, c: As médias dentro da linha são significativamente diferentes (P <0,05) pelo teste ANOVA (Dual-way) seguida por post hoc teste Bonferroni.

Valores de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 estresse leve; entre 79 e 84 uma situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência para vacas leiteiras (BUFFINGTON et al., 1981). Para a espécie ovina, de acordo com Souza (2010), um valor de ITGU igual a 83 é suficiente para indicar uma condição de estresse médio-alto.

Embora os valores desse índice tenham sido estabelecidos para vacas leiteiras por Buffington et al. (1981), estudos concluíram que essa mesma escala pode ser apropriadamente utilizada para ovinos (FURTADO et al., 2017; TORRES et al., 2017). Portanto, já na primeira fase experimental (28°C), foi visto uma condição representativa de estresse leve, e conforme variou o ambiente térmico, observou-se situações de emergência aos 32°C e 36°C com ITGU médio de 84,80 e 88,44 respectivamente (figura 5). No momento em que a câmara climática esteve aberta e

sem controle de temperatura e na exposição aos 28°C, este índice demonstrou condição de estresse leve (ITGU<78).

Os valores médios da TGN estiveram acima do considerado crítico apenas aos 36°C, pois segundo Motta (2001), a TGN vista como regular é de 27 °C e 34 °C, e nesse último tratamento, chegou a 35,19. Junto a isso, a partir das alterações fisiológicas encontradas nas variações de ambiente térmico estudadas, observou-se que os ovinos estiveram sob estresse térmico significativo apenas a partir dos 32°C (ITGU>84).

Ao serem submetidos a ambientes com temperaturas do ar acima da ZCT, os animais homeotérmicos compensam o ganho de calor usando mecanismos de termorregulação, para manter a temperatura corporal interna em uma variação que permita um equilíbrio térmico (Mckinley et al., 2017). Neste estudo, houveram alterações fisiológicas semelhantes entre os grupos genéticos conforme as variações do ambiente, e todos os grupos foram eficientes em dissipar o calor absorvido, sem elevar a TR acima dos limites fisiológicos, mesmo em ambiente de estresse térmico (Tabela 1).

Os parâmetros fisiológicos, como temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória de ovinos, são indicadores pertinentes de seu conforto durante o estresse térmico e o ambiente relacionado, sendo a temperatura retal a que reflete a temperatura corporal central dos animais em um propósito prático. Para Rashamol et al (2018) as alterações nos parâmetros fisiológicos são alternativas que os animais adotam para lidar com situações de estresse térmico.

Em temperatura ambiente elevada, o gradiente térmico entre o animal e o ambiente circundante é reduzido, o que leva à falha na eliminação de calor na forma sensível, aumentando seu esforço para dissipar o calor corporal através de uma maior taxa de respiração (DANTAS et al., 2019). Esse fato foi constatado nesta pesquisa a partir da exposição dos animais aos 32°C e 36°C, na qual todos os genótipos apresentaram um alto ritmo respiratório.

As FR médias dos tratamentos 32°C e 36°C, foram caracterizadas como de estresse alto por calor para ruminantes de acordo com a escala de Silanikove (2000), em que uma FR de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

Embora os valores de FR tenham sido elevados acima do padrão da espécie, essa foi a principal forma que os ovinos de todos os grupos usaram para dissipar o calor para o ambiente. A elevação desse parâmetro é o primeiro mecanismo de controle para ovinos em ambientes de

estresse por calor (HABEEB et al., 2018; MARAI et al., 2007; MCMANUS et al., 2009). Portanto, o fato de a FR ter sido elevada não caracteriza necessariamente uma condição de estresse, mas sim um mecanismo fisiológico funcionando adequadamente para evitar o aumento da temperatura corporal (TR), que esteve, em todo os tratamentos, dentro dos parâmetros para espécie segundo o intervalo proposto por Cunningham (1999).

A temperatura superficial depende, sobretudo, das condições ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa do ar e ventilação) e das condições fisiológicas (como vascularização e evaporação pelo suor). Nascimento (2019) avaliando a adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico constatou que a temperatura superficial da raça Santa Inês ultrapassou a do genótipo Soinga. No presente estudo, as TS não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos, mesmo sendo elevadas conforme as variações do ambiente e a diminuição do gradiente térmico, isso demonstra que todos os grupos foram eficientes em direcionar o fluxo sanguíneo para a superfície da pele, para facilitar a dissipação de calor.

Sabe-se que o cortisol é um biomarcador que determina a reação fisiológica e o estado emocional do animal em resposta a estímulos estressores, e seu nível pode variar por diferentes fatores, incluindo temperatura, umidade, manejo e patologias (NEJAD et al., 2014). A concentração plasmática desse hormônio aumenta em proporção direta com o aumento da temperatura ambiente (CARDOSO et al., 2021).

Quando o animal é exposto a temperaturas elevadas, ocorre a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (eixo HPA) possibilitando o aumento da produção do hormônio liberador de corticotropina (CRH) no hipotálamo, que estimula o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) da hipófise anterior, causando aumento da secreção de cortisol pelas suprarrenais (ENGLER et al., 1989). Nesses casos, a expressão do hormônio antidiurético (ADH) também é aumentada, reduzindo a excreção de água (ENGLER et al., 1989).

Raças ovinas nativas de regiões tropicais semiáridas apresentam maior termotolerância em temperaturas de 40°C e 42°C aumentando a produção de cortisol (INDU et al., 2015). Em pesquisa com caprinos submetidos a ambiente controlado, Cardoso et al., (2021), observaram elevações do cortisol aos 32°C, que apesar de indicar resposta termorregulatória, os níveis plasmáticos estiveram dentro da faixa encontrada por outros autores (3 a 15 ng/ml) (COSTA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015).

De acordo com McDonald e Pineda (1989), os níveis de cortisol para pequenos ruminantes varia entre 8–19 ng/mL. Conforme essa variação, observa-se que aos 28°C os níveis de cortisol de todos os grupos estiveram abaixo do intervalo de referência. Quando expostos aos 32°C, os Soinga e os Morada Nova mantiveram os níveis de cortisol abaixo da referência, e os Santa Inês e SRD expressaram as maiores médias.

Embora tenha sido evidenciado diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os grupos aos 32°C, as elevações do cortisol encontradas não ultrapassaram o limite de referência para pequenos ruminantes (MCDONALD & PINEDA, 1989). Isso demonstra que o ambiente térmico não afetou os níveis de cortisol de maneira que indicasse estresse térmico para os animais, o que reforça a alta termotolerância dos grupos genéticos avaliados, que mantiveram a TR estável, abaixo do limite para espécie, mesmo em ambiente de estresse grave ( $ITGU = 88,44$ ).

As concentrações de T4 e T3 podem diminuir à medida que a temperatura do ar aumenta (HELAL et al., 2010; COSTA et al., 2015). Nesta pesquisa, em todas as temperaturas, os valores desses hormônios estiveram dentro do intervalo de referência para a espécie de acordo com Gonzáles e Silva (2017), e não houve distinção das médias destes hormônios entre os grupos genéticos ( $P > 0,05$ ), independente da variação térmica (tabela 2). Isso sugere que os grupos genéticos em estudo mantiveram os níveis de T3 e T4 baixos, devido ao eficiente mecanismo adaptativo desses animais para evitar a produção de calor interna pelo efeito calorigênico desses hormônios na atividade metabólica.

O padrão da taxa metabólica em um mamífero em repouso pode fornecer um meio para os pesquisadores avaliarem o quão bem os animais podem tolerar mudanças de temperatura ambientais, por meio da determinação da zona termonêutra (FONSECA et al., 2019). Ao avaliar a regulação térmica de ovinos Morada Nova em ambiente tropical semiárido, Fonseca et al., (2019) observaram que os animais conseguiram eliminar calor por evaporação, sem aumento significativo da atividade metabólica, que teve alteração evidente apenas aos 37°C.

Em estudo em caprinos submetidos à temperatura controlada em câmara climática, foi demonstrado diminuição dos hormônios T3 e T4 quando submetidos aos 32°C (CARDOSO et al., 2021), resultado semelhante ao de Praga et al (2018) que ao avaliar cabras nativas sob altas temperaturas ambientes ( $THI = 86,5$ ), relataram menor concentração plasmática de T3 e T4. Isso mostra a eficiente termorregulação desses animais para evitar a produção de calor metabólico adicional, impedindo uma condição de estresse térmico.

Os ovinos deste estudo não foram expostos à radiação solar, que é um fator importante que influencia o equilíbrio térmico de animais de vida livre, que são criados a campo (MITCHELL et al., 2018). Mesmo assim, os animais aumentaram a evaporação respiratória à medida que se aumentava a TA (com variação térmica de 9,73°C). No entanto, a análise do equilíbrio térmico em função da temperatura do ar revelou que os ovinos regularam a temperatura corporal dentro de limites estreitos através da perda de calor evaporativa e não-evaporativa, sem mudanças representativas dos níveis de T3, T4 e Cortisol, mesmo nos extremos (TA=36°C).

Entre os fatores climáticos, a temperatura do ar é a condição mais relevante sobre as alterações metabólicas e fisiológicas que compõem o estresse térmico (DIAS & SILVA et al., 2016; JOY et al., 2020). Os parâmetros bioquímicos modificam-se dentro da mesma espécie em virtude de fatores como a idade, o estado fisiológico, a raça, o nível de produção, o manejo e especialmente o estresse climático (RIBEIRO et al. 2016). Ainda assim, no presente estudo não se constatou diferenças significativas na maioria dos metabólicos avaliados (PT, ALB, CRE, URE, TRI) entre os genótipos e tratamentos, embora alguns desses valores tenham se apresentado fora da referência para espécie ovina (KANEKO et al., 2008).

Os níveis de colesterol encontrados neste estudo estiveram acima dos valores de referência para espécie segundo Kaneko et al (2008) nas duas temperaturas iniciais (TA = 28°C e 32°C). Apenas aos 36°C, os Morada Nova, Santa Inês e SRD apresentaram valores ligeiramente inferiores ao padrão da espécie, e os Soinga mantiveram os valores acima do intervalo, de acordo com autor supracitado. Mesmo assim, as médias de COL estão dentro do intervalo (14 – 126 mg dL<sup>-1</sup>), descrito por Silva et al (2020), que avaliou diversos estudos com ovinos e constatou amplitude de 112 mg dL<sup>-1</sup> para os níveis de colesterol, enquanto a amplitude vista por Kaneko et al (2008) foi de 24 mg dL<sup>-1</sup> com intervalo entre 52 – 76 mg dL<sup>-1</sup>.

Apesar dos aumentos da TA não terem ocasionado diminuição dos níveis de GLI e COL nos Soinga, a diminuição do COL observadas nos outros genótipos, pode ser explicada pela influência que ambiente térmico (TA=36°C, ITUG >88) causou nesses animais. Pois em uma situação estressante, os níveis de colesterol diminuem e a síntese de cortisol aumenta em resposta ao estresse térmico (CARDOSO et al., 2021). O cortisol limita o uso da glicose e, nessas condições, o animal mobiliza outras reservas energéticas, como triglicerídeos e proteínas (Sejian et al., 2010).

Os triglicerídeos são a principal forma de armazenamento de energia no organismo animal e são sintetizados em quase todos os tecidos, se destacando no fígado e no tecido adiposo. Embora

tenham diferido estatisticamente entre os grupos genéticos do tratamento 36 °C, os valores de TRI estiveram dentro do intervalo de referência para espécie em todos os tratamentos. Os valores obtidos nesta pesquisa estiveram dentro da faixa estabelecida por Kaneko et al (2008), que é entre 9-30 mg dL<sup>-1</sup>. Entretanto, os valores de TRI definidos por Silva et al, (2020) apresentam um intervalo de referência mais amplo (5-71 mgdL<sup>-1</sup>), obtido a partir de estudos usando ovinos criados em diversas regiões do Brasil.

Nos ruminantes, a manutenção da concentração de glicose plasmática se relaciona a estabilidade glicêmica, visto que os carboidratos da dieta são quase totalmente utilizados no rúmen (GRESSLER et al., 2015). Alterações fisiológicas devido a fatores ambientais estressantes podem alterar a dinâmica hormonal que regula a gliconeogênese e a utilização celular da glicose, podendo elevar os níveis na corrente sanguínea (KOZLOSKI, 2017, LIBARDI et al., 2018). Neste estudo, nas temperaturas 32°C e 36°C, os ovinos elevaram de forma semelhante os níveis de GLI sanguínea, ainda assim, os valores estiveram dentro do padrão da espécie (KANEKO et al., 2008; SILVA et al., 2020).

A concentração sanguínea de proteínas totais demonstra o status nutricional proteico de forma muito confiável. Elas são importantes para o transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios, manutenção da pressão osmótica e viscosidade do sangue, regulação do pH sanguíneo e da coagulação sanguínea (VARANIS, 2018). Embora não tenham diferido estatisticamente ( $P>0,05$ ) para tratamentos e grupos genéticos, neste estudo os níveis de PT estiveram levemente abaixo do padrão para espécie em todos as fases experimentais (KANEKO et al., 2008), ainda assim, permanecem dentro do intervalo para ovinos descrito por Silva et al (2020).

De acordo com González (2018) O aumento exacerbado desse metabólito no sangue pode ser resultado de quadros de desidratação, infecções, tumores, choque, perda de fluidos e até mesmo idade avançada do animal. Os valores de PT podem ser explicados pela redução do consumo de alimento, que é uma estratégia comportamental dos animais para lidar com aumento de temperatura, evitando incremento de calor gerado pelo processo de digestão.

A albumina, Segundo Cardoso (2021), pode variar por vários fatores como a adaptação fisiológica e genética. Neste estudo, a ALB apresentou-se levemente abaixo dos valores de referência aos 28° C e 36 °C (KANEKO, 2008). As proteínas sanguíneas são sintetizadas principalmente pelo fígado, sendo que a taxa de síntese está diretamente relacionada ao estado

nutricional do animal, portanto, animais que sofreram algum tipo de estresse que ocasionou restrição alimentar, apresentam queda no perfil proteico (LIBARDI et al., 2018).

A CRE esteve levemente abaixo do intervalo (0,4 – 1,7 mg dL<sup>-1</sup>) descrito por (SILVA et al., 2020), mas de acordo com Kaneko et al (2008), as médias encontradas variando entre 0,30 a 0,42 mg dL<sup>-1</sup> estão abaixo do normal para ovinos que é entre 1,2 a 1,9 mg dL<sup>-1</sup> (Kaneko et al., 2008). A creatinina é excretada unicamente por via renal, portanto sua concentração plasmática reflete a taxa de filtração glomerular. Altos níveis deste metabolito podem indicar deficiência na função renal (VARANIS, 2018; SATAKE et al., 2018).

De modo geral, a ureia é um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína, enquanto a albumina é indicadora a longo prazo do estado proteico (GONZÁLEZ, 2018). Nesta pesquisa, os animais apresentaram níveis de URE dentro da faixa normal para espécie (KANEKO et al., 2008). O que representa a pouca influência das variações térmicas no metabolismo proteico dos grupos genéticos em estudo, associado a um consumo ideal da relação energia/proteína da dieta.

A concentração dos metabolitos sanguíneos sofre alterações por influência de vários fatores intrínsecos ao animal e ao ambiente, principalmente da dieta. A adaptação fisiológica do animal a um determinado ambiente térmico influencia diretamente no funcionamento das vias metabólicas, podendo alterar os níveis considerados normais. No entanto, essas variações não necessariamente significam alterações patológicas, ou disfunções metabólicas, devendo ser analisadas levando em consideração o ambiente no qual o animal se encontra (NETO et al., 2017; VARANIS, 2018; SILVA et al., 2020).

Além disso, percebe-se a ausência de valores de referência que sejam representativos da realidade ambiental do local de criação dos animais, principalmente na região Nordeste, que detém grande parte do rebanho ovino Brasileiro. Portanto, torna-se essencial a realização de novos estudos, que analisados junto aos já existentes, podem contribuir para determinação de valores de referência dos metabolitos sanguíneos para ovinos, principalmente considerando o clima semiárido e os animais nativos localmente adaptados.

### **3 CONCLUSÃO**

A exposição aos diferentes ambientes térmicos influenciou os parâmetros fisiológicos, hormonais e bioquímicos dos ovinos estudados. No entanto, a elevação significativa da frequência respiratória e dos níveis de cortisol, associada à manutenção da temperatura retal dentro da faixa

considerada normal para a espécie e aos baixos níveis de T3 e T4, indicou uma resposta termorregulatória eficiente de todos os genótipos avaliados.

Todos os grupos genéticos foram capazes de manter a homeotermia por meio de ajustes fisiológicos, mesmo sob condições de estresse térmico. Esses resultados evidenciam a equivalência adaptativa entre ovinos do grupo genético Soinga, da raça Morada Nova, da raça Santa Inês e dos animais sem raça definida (SRD), demonstrando elevada tolerância ao calor e potencial para utilização em sistemas de produção localizados em regiões de clima quente e semiárido.

Além disso, os resultados obtidos reforçam a importância dos recursos genéticos ovinos adaptados às condições tropicais, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas globais, destacando o grupo genético Soinga como uma alternativa promissora para sistemas produtivos sustentáveis em ambientes semiáridos.

## REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.

BERIHULAY, H.; ABIED, A.; XIAOHON, H.; JIANG, L.; YUEHUI, M. Adaptation mechanisms of small ruminants to environmental heat stress. **Animals**, v. 9, n. 3, p. 75, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9030075>

BORGES, L. S.; ROCHA, F. S. B. Correlação entre variáveis ambientais, índices bioclimáticos e parâmetros fisiológicos de caprinos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 19, n. 4, p. 1-7, 2018.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.34325>

CARDOSO, E. A.; FURTADO, D. A.; RIBEIRO, N. L.; et al. Biochemical and hormonal parameters of goats kept in a controlled environment consuming water with different levels of salinity. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 4, p. 853-860, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12186>

CAVALCANTE, A. L. Soinga: Brasil conta com nova raça na criação de ovinos (ovelha e carneiro). **Animal Business Brasil**, 2018. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/colunas/ciencia-tecnologia/soinga-brasil-counta-com-nova-raca-na-criacao-de-ovinos-ovelha-e-carneiro/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

COSTA, W. P.; PIMENTA FILHO, E. C.; GURGEL, J. H.; et al. Coat characteristics and physiological responses of locally adapted ewes in the semiarid region of Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 1281-1294, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n3p1281>

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

DANTAS, N. L. B.; SOUZA, B. B.; SILVA, M. R.; et al. Effect of the environment and diet on the physiological variables of sheep in the Brazilian semi-arid region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 971-980, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p971>

DAS, R.; SAILO, L.; VERMA, N.; BHARTI, P.; SAIKIA, J.; IMTIWATI; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: a review. **Veterinary World**, v. 9, n. 3, p. 260-268, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.260-268>

ENGLER, D.; PHONGSAKUL, C.; LAMMERS, C.; et al. The hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the sheep: ACTH and cortisol responses. **Neuroendocrinology**, v. 49, p. 367-381, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1159/000125141>

FONSÊCA, V. F. C.; MAIA, A. S. C.; SARAIVA, E. P.; et al. Bio-thermal responses and heat balance of a hair coat sheep breed raised under an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v. 84, p. 83-91, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.05.024>

FURTADO, D. A.; OLIVEIRA, F. M. M.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, G. R.; OLIVEIRA, M. E. C.; VEIGAS, R. 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, n. 1, p. 72-77, 2017.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2002, Gramado, RS. Anais [...]. Gramado: [s.n.], 2002. p. 5-17.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2018.

GRESSLER, M. A. L.; SOUZA, M. I. L.; SOUZA, A. S.; et al. Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a flushing de curto prazo em região subtropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 210-222, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000100022>

HABEEB, A. A.; GAD, A. E.; ATTA, M. A. Temperature-humidity indices as indicators of heat stress under climatic conditions in relation to production and reproduction of farm animals. **International Journal of Biotechnology and Recent Advances**, v. 1, n. 1, p. 35-50, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18689/ijbr-1000107>

HELAL, A.; HASHEM, A. L. S.; ABDEL-FATTAH, M. S.; EL-SHAER, H. M. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 7, n. 1, p. 60-69, 2010.

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.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. 2021. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-new-climate-report-clarion-call-urgent-action>. Acesso em: 10 ago. 2022.

JOY, A.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J.; et al. 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>

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Bioquímica clínica de animais domésticos**. 6. ed. Londres: Academic Press, 2008.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2017. LACETERA, N. Impact of climate change on animal health and welfare. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 26-31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>

LEITE, P. G.; FURTADO, D. A.; MARQUES, J. I.; SOBRINHO, T. G.; MATOS JUNIOR, J. J. L. Respostas fisiológicas como indicadores de estresse térmico e salino em ovinos da raça Morada Nova. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2016, Foz do Iguaçu, PR. Anais [...]. Foz do Iguaçu: CONTECC, 2016. p. 1-4.

LIBARDI, K. D. C.; COSTA, P. B.; OLIVEIRA, A. A. M. A.; et al. Perfil metabólico de cordeiros Santa Inês terminados em confinamento com manejo alimentar restritivo e ad libitum. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-31227>

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>

MEDEIROS, F. F.; NASCIMENTO, F. S.; MASCARENHAS, N. M. H.; et al. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: ZUFFO, A. M. (org.). **As regiões semiáridas e suas especificidades 3**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 202-205.

MCDONALD, L. E.; PINEDA, M. H. **Veterinary endocrinology and reproduction**. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989.

MCKINLEY, M.; et al. Interaction between thermoregulation and osmoregulation in domestic animals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 9, p. 783-790, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000900011>

MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.; PAIVA, S. R. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, p. 95-101, 2009.

MIRANDA, J. R.; FURTADO, D. A.; LOPES NETO, J. P.; SILVA, V. C.; RIBEIRO, N. L. Parâmetros fisiológicos e hormônio cortisol como indicadores de estresse térmico em caprinos submetidos à câmara climática. **Energia na Agricultura**, v. 33, p. 133-137, 2018.

MITCHELL, D.; SNELLING, E. P.; HETEM, R. S.; MALONEY, S. K.; FULLER, A. Revisiting concepts of thermal physiology: predicting responses of mammals to climate change. **Journal of Animal Ecology**, v. 87, p. 956-973, 2018.

MOTTA, F. S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: Edição do Autor, 2001.

NASCIMENTO, F. S. **Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico**. 2019. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.

NEJAD, J. G.; LOHAKARE, J. D.; SON, J. K.; KWON, E. G.; WEST, J. W.; SUNG, K. I. Wool cortisol is a better indicator of stress than blood cortisol in ewes exposed to heat stress and water restriction. **Animal**, v. 8, n. 1, p. 128-132, 2014.

NETO, J. G.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, H. G. O.; et al. Tipos de ureia e fontes de carboidratos nas dietas de cordeiros: síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-15, 2017.

PRAGA, P.; SEJIAN, V.; BAGATH, M.; et al. Comparative assessment of growth performance of three indigenous goat breeds exposed to summer heat stress. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, p. 825-836, 2018.

POLLI, V. A.; COSTA, P. T.; RESTLE, J.; BONADIMAN, R.; VAZ, R. Z. Estresse térmico e o desempenho produtivo de ovinos: uma revisão. **Medicina Veterinária**, v. 14, n. 1, p. 38-47, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26605/medvet-v14n1-3712>

RASHAMOL, V. P.; et al. Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 6, n. 3, p. 62-71, 2018.

RIBEIRO, N. L.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; CROVETTI, A.; SARAIVA, E. P.; BOZZI, R. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through

physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. **Small Ruminant Research**, v. 144, p. 236-241, 2016.

RIBEIRO, N. L.; PIMENTA FILHO, E. C.; ARANDAS, J. K. G.; et al. Multivariate characterization of the adaptive profile in Brazilian and Italian goat populations. **Small Ruminant Research**, v. 123, p. 232-237, 2015.

RODRIGUES, O. G.; MARQUES, K. B.; SOUSA, B. B. Perfil mineral sérico de cordeiros submetidos a diferentes suplementações alimentares e a diferentes tipos de ambientes em pastejo no semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 4, p. 332-338, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v12i4.701>

SATAKE, F.; MALTA, K. C.; SILVA, S. L. Avaliação da transferência de imunidade passiva e de constituintes séricos de cordeiros Santa Inês ao nascimento. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 294-299, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-3968>

SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (thermal and nutritional) in a semi-arid tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, n. 6, p. 653-661, 2010.

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

SILVA, D. A. P.; VARANIS, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-5, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20404>

SILVA, M. S. C.; RODRIGUES, D. S.; TUERLINCKX, S.; SIQUEIRA, C. M. G. Perfil bioquímico de albumina e colesterol em vacas de invernar submetidas à suplementação. In: **SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**, 10., Santana do Livramento, RS, 2019. Anais [...]. Santana do Livramento: UNIPAMPA, 2019.

SOUZA, B. B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2022.

TORRES, T. S.; SILVA, L. O.; BORGES, L. S.; et al. Behavioral and thermoregulatory characteristics of Dorper sheep. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 5, n. 3, p. 85-90, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v5n3p85-90>

VARANIS, L. F. M. **Prospecção de metabólitos sanguíneos referenciais para ovinos em distintas categorias**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 7**

**Índices de adaptabilidade e produtividade de ovinos Soinga no Cariri cearense**

**Adaptability and Productivity Indices of Soinga Sheep in the Cariri Region of Ceará, Brazil**

**Danilo Leite Fernandes<sup>1</sup>; José Valmir Feitosa<sup>2</sup>; Luana Vieira Cruz<sup>3</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>4\*</sup>; Expedito Danúcio de Souza<sup>1</sup>; Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>4</sup>; Rosângela Maria Nunes da Silva<sup>4</sup>; Claudiney Felipe Almeida Inô<sup>4</sup>; José Moraes Pereira Filho<sup>4</sup>; Fabíola Franklin de Medeiros<sup>4</sup>; Antônio Nélson Lima da Costa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU), Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

\*Autor para correspondência: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c07.2026>

**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros fisiológicos de ovinos da raça Soinga submetidos às condições ambientais do Cariri Cearense. O experimento foi realizado na Fazenda Novo Horizonte, localizada no município de Santana do Cariri, região Sul do Ceará. Foram utilizados 25 fêmeas e 1 macho reprodutor, todos adultos. As variáveis ambientais registradas

incluíram temperatura de globo negro ao sol e à sombra, temperaturas máxima, mínima e média do ar, além da umidade relativa, por meio de um termo-higrômetro. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: frequência cardíaca e respiratória, medidas com auxílio de estetoscópio clínico e cronômetro; temperatura retal e vaginal, aferidas com termômetro clínico veterinário; e temperatura superficial corporal, obtida com o uso de uma câmera termográfica. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade de variância e normalidade dos erros, seguidos de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey. Observou-se que a menor temperatura do ar foi de 35,23 °C no período chuvoso pela manhã, e a maior, 39,56 °C, no período seco à tarde. As frequências cardíaca e respiratória, assim como a temperatura retal, mantiveram-se dentro dos padrões fisiológicos normais. Houve alta correlação entre as temperaturas retal e vaginal.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade; Respostas fisiológicas; Soinga.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological parameters of Soinga sheep subjected to the environmental conditions of the Cariri region of Ceará. The experiment was carried out at Fazenda Novo Horizonte, located in the municipality of Santana do Cariri, in the southern region of Ceará. Twenty-five females and one male breeder, all adults, were used. The environmental variables recorded included black globe temperature in the sun and shade, maximum, minimum and average air temperatures, and relative humidity, using a thermohygrometer. The physiological parameters evaluated were: heart and respiratory rate, measured with a clinical stethoscope and stopwatch; rectal and vaginal temperature, measured with a veterinary clinical thermometer; and body surface temperature, obtained using a thermographic camera. The data were subjected to homogeneity of variance and normality of errors tests, followed by analysis of variance and comparison of means using the Tukey test. It was observed that the lowest air temperature was 35.23 °C during the rainy period in the morning, and the highest, 39.56 °C, during the dry period in the afternoon. Heart and respiratory rates, as well as rectal temperature, remained within normal physiological standards. There was a high correlation between rectal and vaginal temperatures.

**Keywords:** Adaptability; Physiological responses; Soinga.

## INTRODUÇÃO

A interação entre o ambiente e os animais é um fator determinante para a produção animal, devendo ser sempre considerada de forma integrada, com o objetivo de melhorar a eficiência dos sistemas produtivos. O clima exerce influência direta sobre os animais, podendo modificar sua fisiologia, comportamento e produtividade (NEIVA et al., 2004). A sobrevivência e o desempenho dos mamíferos domésticos dependem, em grande parte, da capacidade de manter a temperatura corporal dentro de limites fisiológicos, entre a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS), processo conhecido como homeotermia (RUCKEBUSH et al., 1991).

Ovinos possuem mecanismos fisiológicos de termorregulação, sendo o aumento da temperatura retal e da frequência respiratória os mais comumente observados, especialmente em animais mantidos a pasto ou confinados em regiões tropicais (KAZAMA et al., 2008). Apesar de sua capacidade adaptativa, quando expostos a elevadas temperaturas, ovinos apresentam alterações fisiológicas e comportamentais que afetam negativamente o bem-estar e a produtividade. Nesse contexto, o conforto térmico animal torna-se um fator essencial para identificar situações em que o estresse compromete o desempenho zootécnico (TITTO, 2016).

A adaptabilidade é considerada um dos principais fatores que influenciam o bom desenvolvimento corporal e reprodutivo dos animais de produção. Segundo Oliver (2000), a avaliação de uma espécie ou raça não deve se basear apenas em seu desempenho nutricional, mas também em sua capacidade de adaptação ao ambiente, eficiência reprodutiva e taxa de sobrevivência.

De acordo com Monty Jr., Kelly e Rice (1991), é essencial compreender a tolerância de diferentes raças, especialmente quando se pretende introduzir ou manejar animais em regiões com condições climáticas adversas. Dessa forma, torna-se necessário conhecer a capacidade adaptativa das raças, a fim de garantir a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas produtivos, especialmente em áreas com altas temperaturas.

No semiárido nordestino brasileiro, a ovinocultura enfrenta diversos desafios, como as estiagens prolongadas e as secas periódicas, que comprometem a produtividade. Nesse contexto, a raça Soinga tem se destacado na produção de carne ovina, devido à sua rusticidade e capacidade de adaptação ao ambiente árido. Mesmo diante das limitações climáticas da região, esses animais

têm apresentado bons índices de ganho de peso, tanto em confinamento quanto em semiconfinamento, sendo reconhecidos como a "raça do semiárido".

Segundo Fator Brasil (2011), a raça Soinga é formada por ovinos tricross, oriundos do cruzamento entre as raças Bergamácia (Itália), Morada Nova Branca (Brasil) e Somalis Brasileira (África do Sul). Esse cruzamento resultou em uma raça rústica, precoce, com bom desempenho reprodutivo e produtivo, adaptada às condições adversas do semiárido nordestino.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros fisiológicos e os índices de adaptação da raça Soinga na região do Cariri cearense

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

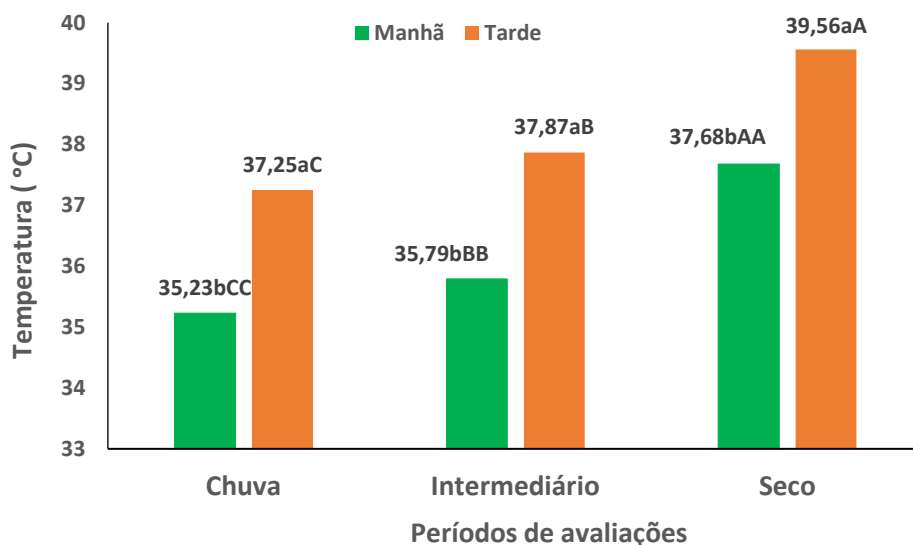
O estudo foi realizado na Fazenda Novo Horizonte, localizada no município de Santana do Cariri (Latitude: -7.18826, Longitude: -39.7377 7° 11' 18" Sul, 39° 44' 16" Oeste), região sul do estado do Ceará. A região possui relevo relativamente plano, o clima do município é tropical quente semiárido brando e tropical quente subúmido, com temperatura média de 31°C, pluviosidade média anual de 800mm, distribuídos entre os meses de janeiro de junho de cada ano.

Todos os animais foram previamente identificados e fotografados, passaram por detalhada anamnese, desverminação, seguida de exame clínico geral com mensuração dos parâmetros vitais de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura (TR). A Frequência Cardíaca foi avaliada por contagem de batimentos por minuto (bpm), através da auscultação indireta com auxílio de estetoscópio. A Frequência Respiratória foi mensurada por meio da contagem dos movimentos do gradil costal durante um minuto (mpm). A temperatura retal foi aferida com emprego de um termômetro clínico digital veterinário, inserido na ampola retal do animal (TR) e outro termômetro para aferição da Temperatura Vaginal na vagina das fêmeas. Para averiguar a temperatura superficial corpórea foi utilizado câmera termográfica. A unidade foi aferida em graus Celsius (°C).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa BioEstat 5.0 for Windows. Inicialmente os dados obtidos foram analisados pelo teste de normalidade Shapiro Wilk, para determinar se a distribuição é normal ou não normal e posterior escolha do teste. O método de Pearson foi utilizado para testar se há correlação entre as variáveis. Será considerado um nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 podemos observar o valor médio da temperatura do ar em °C. Os resultados apresentados foram coletados no período seco (setembro a novembro de 2020), chuvoso (janeiro a maio de 2021) e no período intermediário (junho a agosto de 2020) e representa o registro temperatura do ar durante o período experimental, com a maior temperatura sendo registrada no turno da tarde do período seco, provavelmente devido à maior incidência de radiação solar.



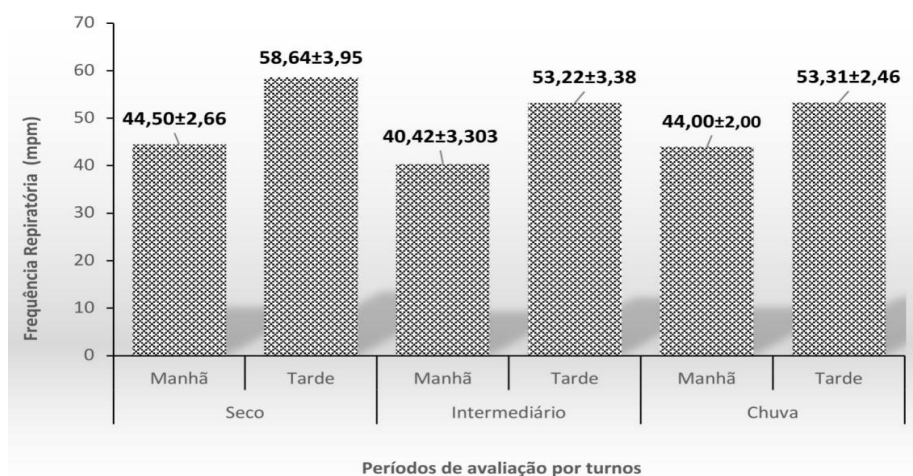
**Figura 1.** Médias das temperaturas do ar (°C), nos turnos manhã e tarde, durante os períodos chuvoso, intermediário e seco.

Dentre a caracterização climática do ambiente formado por diversos fatores, a temperatura do ar caracteriza-se certamente como o fator bioclimático independente imprescindível com relação da influência sobre o ambiente físico do animal (ROBERTO, 2016).

A temperatura do ar é resultante da influência direta de radiação recebida e refletida no ambiente. Na Figura 1 observamos que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre a interação turnos (manhã e tarde) versus períodos (seco, intermediário e chuvoso) em todos os níveis analisados. Letras minúsculas indicam que houve diferença significativa a ( $P < 0,05$ ) entre os turnos (manhã e tarde). Letras maiúsculas, indicam que houve diferença significativa a ( $P < 0,05$ ) entre os períodos (seco, intermediário e chuvoso).

Na Figura 2 podemos observar o valor médio da frequência respiratória (mpm). Os valores observados na Figura 2 estão em conformidade com relatos de Eustáquio Filho (2011) de que a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que frequências de 40-60, 60-80 e 80-120 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes.

De acordo com esta classificação podemos afirmar que os animais estiveram em condições classificadas como estressantes, tanto no turno da manhã como da tarde.



**Figura 2.** Frequência respiratória (mpm)

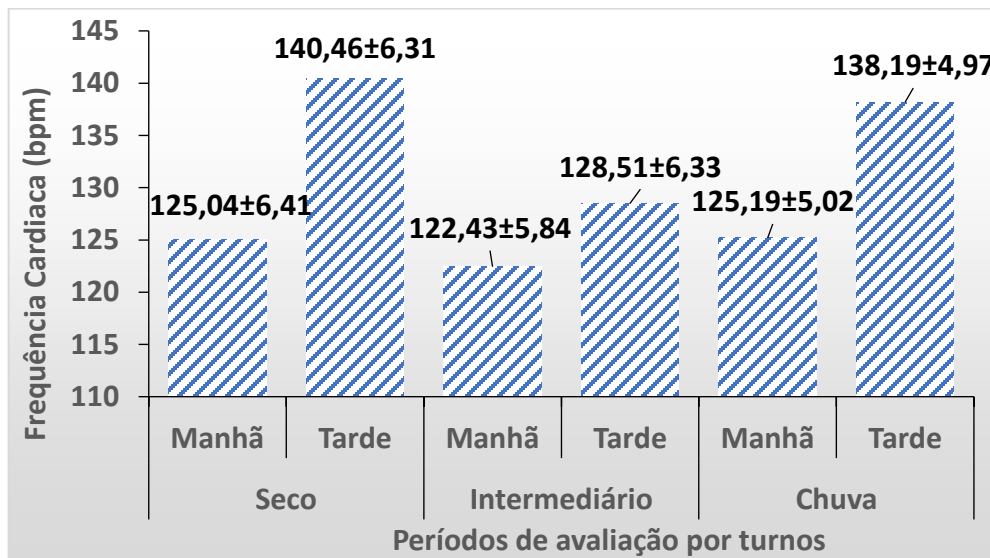
Na Figura 2, observamos que não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) da frequência respiratória FR, entre turnos (manhã e tarde) e entre os períodos (seco, intermediário e chuva) mostrando, desta forma, que a respiração não foi utilizada com relevância como mecanismo de dissipação de calor. Segundo (GOMES et al., 2008; PERISSINOTTO et al., 2009) ocorrem aumentos da FR como forma de dissipação de calor, para manter a homeotermia.

O grupo genético Soinga manteve a frequência respiratória dentro da normalidade, mantendo a sua homeotermia, mesmo em situações em que a temperatura do ar esteve elevada. Desta forma, podemos considerar o grupo genético Soinga adaptado as condições experimentais.

Na Figura 3, podemos observar o valor médio da frequência cardíaca (mpm). Os valores observados na Figura 3 indicam que a frequência cardíaca esteve sempre acima da zona de conforto, que está entre 70 a 80 bpm para ovinos em repouso (DETWEILER, 1988). Isto mostrou um desconforto provocado pelo ambiente na fisiologia dos animais como também do manejo utilizado, que foi suficiente para alterar a frequência cardíaca além dos limites fisiológicos na

maioria dos horários avaliados. Além disto, observou-se que os ovinos apresentaram as maiores médias da FC no período seco, turno da tarde, com 140 bpm.

O aumento da frequência cardíaca se deve, principalmente, ao fato de o animal não dispor de mecanismos para a dissipação de calor, então, foi necessária uma maior circulação de sangue para o arrefecimento do corpo, sobretudo sob altas temperaturas (ABI SAAB & SHEIMAN, 1995). Os resultados deste estudo diferem dos encontrados por Eustáquio Filho et al. (2011) onde, os resultados destes autores apresentaram comportamento linear para a FC.



**Figura 3.** Frequência cardíaca (bpm).

As médias da FC constatadas apresentam-se acima da faixa de normalidade estabelecida para ovinos, que segundo Silanikove (2000), em que uma frequência de 80-120 mov min<sup>-1</sup> caracteriza um estresse alto para os ruminantes, e acima de 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

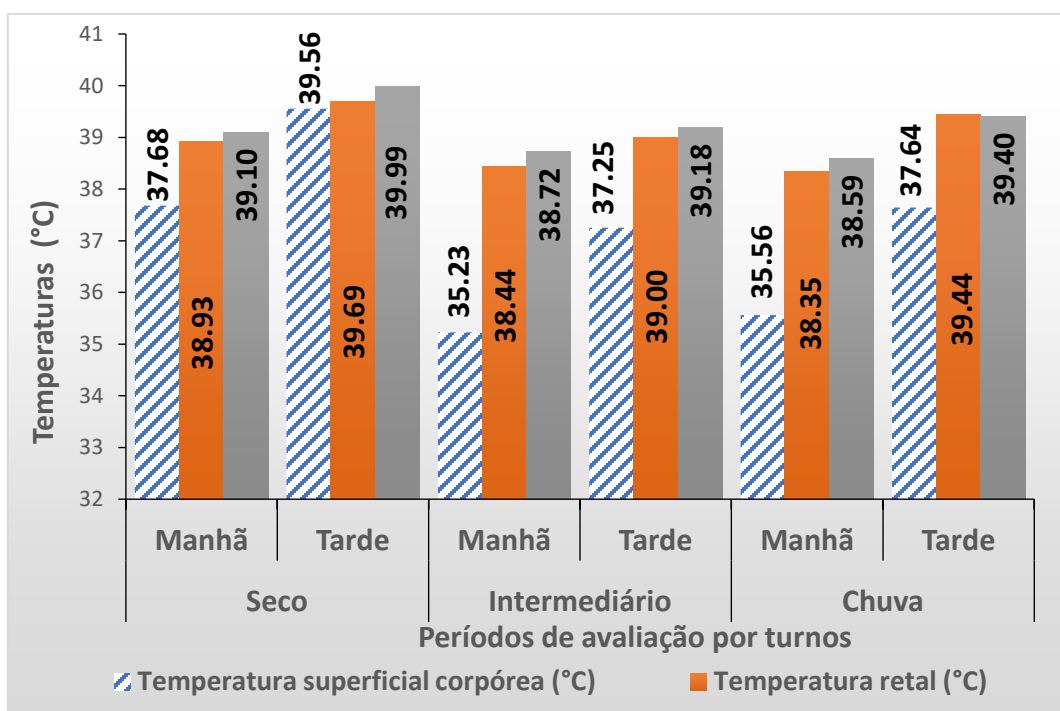
Observa-se que as médias da frequência cardíaca foram maiores no período da tarde no período seco e de chuva.

Na Figura 4, podemos observar o valor médio da temperatura superficial corpórea (TC), temperatura retal (TR) e temperatura vaginal (TV) em °C.

Observa-se que a temperatura superficial corpórea variou significativamente entre os turnos nos diferentes períodos, porém, em relação ao período seco, turnos manhã e tarde, como era de

esperar, observou-se que os valores médios foram superiores aos demais períodos avaliados com 37,68 e 39,56°C.

Batista et al. (2014), encontraram em sua pesquisa resultados com relação a TS de ovinos  $\frac{1}{2}$  sangue Santa Inês +  $\frac{1}{2}$  sangue Dorper com pelame preto e branco em ambiente antes e após da exposição ao estresse causado pelo sol, no ambiente antes da exposição ao sol, independente da pelagem mostraram temperatura superficial menor ao comparadas com as TS após exposição ao sol, além disso, os animais de pelame preto apresentaram maior temperatura superficial no ambiente de sol, quando comparados aos animais de pelame branco.



**Figura 4.** Temperatura corpórea (TC), Temperatura retal (TR) e vaginal (TV).

Na Figura 4 observa-se valores da temperatura retal, que variam de 38,35°C a 39,44°C, considerando o efeito animal, os resultados foram obtidos para temperatura retal nos três períodos, seco, intermediário e chuvoso, coletadas em dois turnos, manhã e tarde.

Com relação aos períodos, as médias encontradas para a espécie se mantiveram dentro da normalidade, uma vez que para a espécie a faixa de temperatura possa variar de 38,5 a 39,9°C (CUNNINGHAN et al., 2004).

Segundo Ribeiro et al. (2008), ao analisarem a temperatura retal de ovinos nativos, encontraram médias para o turno da tarde de 38,98°C nas horas mais quentes do dia, enquanto para o turno da manhã obtiveram valores de 38,76°C, ambos dentro da faixa normal.

Resultados apresentados por Santos et al. (2017) em pesquisa realizado em Cabaceiras na Paraíba, em mesmas condições climáticas analisando parâmetros fisiológicos em ovinos da raça Santa Inês sob confinamento com diferentes tipos de forros de cobertura, mostraram que valores de TR foram modificadas em função dos diferentes horários de avaliação, sendo a TR esboçando maiores valores de 39,2°C e 39,1°C às 09 e 16 h.

Conforme Hossam El-Sheikh et al., (2012) a temperatura retal normalmente é mais elevada que a temperatura vaginal, mas a diferença não é estatisticamente significativa ( $P>0,05$ ), segundo resultados obtidos pela maioria dos autores que relatam existir sempre valores mais elevados para TR quando comparada a TV, existindo sempre uma correlação alta e positiva entre essas variáveis. Essa diferença na elevação da temperatura retal, pode ser devida pelo tipo de termômetro e pela profundidade da penetração do mesmo (BURFEIND et al, 2011). Também a temperatura vaginal, pode ser afetada por influxo de ar ou pelo ato de urinar (SUTHAR et al., 2011).

A mensuração da temperatura vaginal está se tornando um método rotineiro, para avaliar a temperatura interna do animal, por existir uma correlação muito forte e significativa com a temperatura retal. Tendo, estas variáveis, a capacidade de possuir uma forte correlação, dependendo das faixas de temperatura e das diferenças entre as medidas (VICKERS et al., 2010).

Na Figura 4 podemos observar que não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os valores da TR e TV das ovelhas da raça Soinga nas condições experimentais.

#### **4 CONCLUSÕES**

As condições ambientais observadas durante o período experimental caracterizaram situações de desconforto térmico para os animais, especialmente nos períodos de maiores temperaturas ambientais. Entretanto, os ovinos da raça Soinga foram capazes de manter a frequência respiratória, a frequência cardíaca e a temperatura retal dentro dos limites fisiológicos considerados normais para a espécie, demonstrando elevada capacidade de adaptação às condições climáticas do Cariri cearense.

A temperatura retal e a temperatura vaginal apresentaram elevada correlação, evidenciando que ambas podem ser utilizadas como indicadores confiáveis da temperatura corporal interna dos animais. Por outro lado, não foi observada associação consistente entre essas variáveis e a temperatura superficial corporal.

Os resultados obtidos confirmam a rusticidade e a adaptabilidade da raça Soinga às condições ambientais do Semiárido brasileiro, reforçando seu potencial para sistemas de produção ovina em regiões caracterizadas por elevadas temperaturas e condições climáticas adversas.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F. T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 16, p. 55-59, 1995.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142 p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BATISTA, N. L. et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 3, p. 102-108, 2014.
- BRION, A. **Vademecum del veterinário**. 2. ed. Barcelona: Gea, 1964. 732 p.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BURFEIND, O. et al. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperatures to predict calving in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 5053-5061, 2011.
- CEZAR, M. F. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- COSTA JÚNIOR, G. S. et al. Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2260-2267, 2006.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 596 p.
- DETWEILER, D. R. Regulação cardíaca. In: DUKES, H. H.; SWENSON, M. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 133-143.

EUSTÁQUIO FILHO, A. et al. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1807-1814, 2011.

FAO. **Capacitação para implementar boas práticas de bem-estar animal: relatório do encontro de especialistas da FAO**. Roma: FAO, 2008.

FATOR BRASIL. Ovino 100% brasileira participa da Feinco. Disponível em: [http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver\\_noticia.php?not=150465](http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=150465). Acesso em: 20 jun. 2021.

GOMES, C. A. V. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 213-219, 2008.

HOSSAM EL-SHEIKH, A. et al. Presence of a temperature gradient among genital tract portions and thermal changes within these portions over the estrus cycle in beef cows. **Journal of Reproduction and Development**, 2012.

KAZAMA, R. et al. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 211-216, 2008.

LEHUGEUR, C. M. **Bem-estar em ovinos no Rio Grande do Sul: termografia na avaliação da podridão dos cascos e estresse pelo calor**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

McDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1972. 771 p.

MONTY JÚNIOR, D. E.; KELLY, L. M.; RICE, W. R. Acclimatization of St. Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. **Small Ruminant Research**, v. 4, n. 4, p. 379-392, 1991.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989.

NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

OLIVIER, J. J. Breeding plans for Dorper sheep and Boer goats in South Africa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 213-230.

RIBEIRO, N. L. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 614-623, 2008.

ROBERTO, J. V. B. **Respostas fisiológicas, termográficas e desempenho produtivo de ovinos mestiços alimentados com sal forrageiro de faveleira (Cnidoscolus quercifolius Pohl)**. 2016. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2016.

RUCKEBUSCH, Y. et al. **Physiology of small and large animals**. Philadelphia: B. C. Decker, 1991. 672 p.

SANTOS, F. C. B. dos et al. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre 45 cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 991-998, 2007.

SILVA, M. V. G. B. et al. **Programa de melhoramento genético da raça Girolando: sumário de touros – resultado do teste de progênie**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2012. (Documento, 220).

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; MUÑOZ, M. C. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2070-2077, 2002.

SUTHAR, V. S. et al. Body temperature around induced estrus in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2368-2373, 2011.

TITTO, C. G. **Relação entre termorregulação e comportamento em ovinos**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

VIEIRA, V. D. et al. **Controle de parasitas gastrintestinais em ovinos e análise financeira de uma fazenda com sistema de pastejo rotacionado irrigado no semiárido nordestino**. 2018. Trabalho de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2018.

VICKERS, A. et al. Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5246-5251, 2010.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 8**

**Avaliação das respostas fisiológicas e adaptativas de ovelhas Soinga criadas no  
Cariri cearense**

**Evaluation of Physiological and Adaptive Responses of Soinga Ewes Raised in the Cariri  
Region of Ceará, Brazil**

**Danilo Leite Fernandes<sup>1</sup>; Bonifácio Benício de Souza<sup>2\*</sup>; José Moraes Pereira Filho<sup>2</sup>;  
Expedito Danúcio de Souza<sup>1</sup>; José Valmir Feitosa<sup>4</sup>; Rosangela Maria Nunes da Silva<sup>2</sup>;  
Antônio Nelson Lima da Costa<sup>4</sup>; Luana Vieira Cruz<sup>3</sup>; Nágela Maria Henrique  
Mascarenhas<sup>2</sup>; Talícia Maria Alves Benício<sup>5</sup>; Luanna Figueirêdo Batista<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU), Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Tocantins, Brasil.

\*Autor para correspondência: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c08.2026>

**RESUMO**

O estresse causado pelo ambiente, interfere significativamente na expressão genética de animais, tanto em termos de produtividade quanto de reprodução. O objetivo do trabalho foi avaliar os

parâmetros fisiológicos de ovinos, da raça Soinga, em condições ambientais na região do Cariri Cearense. O experimento foi conduzido na Fazenda Novo Horizonte, localizada no município de Santana do Cariri, mesorregião sul cearense, microrregião do cariri estado do Ceará. Foram selecionadas inicialmente, 25 fêmeas e 01 macho (posteriormente seus descendentes), da raça Soinga. As fêmeas foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com parcela subdividida no tempo. Durante o período experimental, as coletas foram realizadas a cada 15 dias no período às 9h e às 15h. Foram coletadas as variáveis ambientais como a temperatura do Globo Negro ao sol e a sombra, temperatura ambiente máxima e mínima, temperatura média e umidade relativa do ar com auxílio de um termo-higrômetro. Em relação aos parâmetros fisiológicos, foram mensuradas as frequências cardíaca e respiratória com o auxílio do estetoscópio clínico e através da visualização dos movimentos torácico abdominal com o auxílio de um cronômetro, durante um minuto, respectivamente, a temperaturas retal e vaginal com o auxílio de um termômetro clínico veterinário, colocado no reto e na vagina do animal por 2 minutos respectivamente. Para averiguar a temperatura superficial corpórea foi utilizado câmara termográfica, sendo mensurada em graus Celsius (°C). As variáveis foram submetidas aos testes de homogeneidade de variância e normalidade dos erros e, posteriormente realizou-se a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os valores de temperatura do ar com relação aos períodos, resultaram em uma menor média encontrada de 25,23°C período chuvoso pela manhã e a maior média de 39,56°C no período seco turno da tarde. A frequência respiratória, frequência cardíaca e a temperatura retal se mantiveram dentro da normalidade. A temperatura retal (TR) e vaginal (TV) tem uma alta correlação.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade; Respostas fisiológicas; Soinga.

## ABSTRACT

Environmental stress significantly interferes with the genetic expression of animals, affecting both productivity and reproduction. The aim of this study was to evaluate the physiological parameters of Soinga sheep under environmental conditions in the Cariri region of Ceará, Brazil. The experiment was conducted at Fazenda Novo Horizonte, located in the municipality of Santana do Cariri, in the southern mesoregion and Cariri microregion of the state of Ceará. Initially, 25 females and 1 male (later including their offspring) of the Soinga breed were selected. The females were

arranged in a completely randomized design with split plots over time. During the experimental period, data collections were carried out every 15 days at 9:00 a.m. and 3:00 p.m. Environmental variables such as black globe temperature in the sun and shade, maximum, minimum and average ambient temperature, and relative humidity were recorded using a thermohygrometer. Regarding physiological parameters, heart and respiratory rates were measured using a clinical stethoscope and by visualizing thoracoabdominal movements with a stopwatch for one minute, respectively. Rectal and vaginal temperatures were measured using a veterinary clinical thermometer inserted into the rectum and vagina for two minutes each. A thermal imaging camera was used to measure surface body temperature, recorded in degrees Celsius (°C). The variables were subjected to tests for homogeneity of variance and normality of errors, followed by analysis of variance, and the means were compared using Tukey's test. Air temperature values across different periods showed a minimum average of 25.23 °C in the rainy season during the morning and a maximum average of 39.56 °C in the dry season during the afternoon. Respiratory rate, heart rate, and rectal temperature remained within normal physiological ranges. A high correlation was observed between rectal temperature (RT) and vaginal temperature (VT).

**Keywords:** Adaptability; Physiological responses; Soinga.

## INTRODUÇÃO

A interação entre o ambiente e os animais é um fator determinante para a produção, devendo ser sempre considerados de forma associada para melhorar a eficiência da produção animal. O clima pode interagir com os animais, mudando sua fisiologia, comportamento e produtividade (NEIVA et al., 2004).

Na maioria das regiões do mundo, o estresse térmico é considerado um fator limitante na produção animal, tornando-se um fardo financeiro significativo para a pecuária (BERNABUCCI et al., 2010).

A sobrevivência e até a produtividade dos mamíferos dependem principalmente da capacidade de manter a temperatura corporal nas faixas de temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS), processo denominado de homeotermia (RUCKEBUSH et al., 1991). Os ovinos possuem mecanismos fisiológicos de dissipação de calor, sendo eles aumento da

temperatura retal e frequência respiratória os mais comuns, em animais nas regiões tropicas mantidos em pastejo ou confinamento (KAZAMA et al., 2008).

Os ovinos se adequam às diferentes situações ambientais, modificando seu hábito de pastejo, mesmo possuindo uma extrema adaptação, a espécie ovina quando exposta a temperaturas elevadas, atende de maneira indesejada tanto na sua fisiologia quanto no seu comportamento, desta forma questões relacionadas ao conforto animal são expressivas para estabelecer quando o estresse interfere desfavoravelmente no bem-estar e na produtividade (TITTO, 2016).

Para os animais de produção, a adaptabilidade é um dos principais fatores para um bom desenvolvimento corpóreo e reprodutivo. Para Oliver (2000), a avaliação de uma determinada espécie ou grupo genético não pode ser baseada apenas no desempenho nutricional, mas também associada à sua adaptabilidade, eficácia reprodutiva e porcentagem de sobrevivência.

O conhecimento sobre o índice de tolerância ao calor desses animais frente às condições ambientais enfrentadas, torna-se importante, já que o estresse calórico tem sido reconhecido como fator limitador relevante da produção animal nas regiões quentes (SOUSA JÚNIOR et al., 2008).

Os efeitos do estresse térmico sobre o animal é mensurado através das respostas fisiológicas expressadas pelos mesmos, que podem ser por meio da: temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura corporal (MARTINS, 2011).

De acordo com Monty Júnior, Kelly e Rice (1991) é importante o conhecimento da tolerância das diversas raças, como forma de embasamento, para a introdução de diferentes raças ou mestiços, visando melhores condições para o animal. Portanto, existe a necessidade de conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação das raças ou cruzamentos, para se utilizar como fundamento na exploração animal em regiões de temperaturas elevadas.

No semiárido nordestino brasileiro, o sistema de produção da ovinocultura é afetado de forma negativa pelas estiagens prolongadas e secas periódicas recorrentes na região. Dentre as raças ovinas para criação e produção de carne, a raça Soinga vem se destacando e ganhando maior espaço no nordeste brasileiro, que apesar do ambiente árido e suas limitações, tem alcançado os melhores ganhos de peso sob confinamento e semiconfinamento. Conhecida como a “raça” do semiárido.

Segundo Fator Brasil (2011), a raça Soinga resultou de um cruzamento tricross envolvendo as raças Bergamácia, originária da Itália, Morada Nova Branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somalis Brasileira, de origem africana. Desse cruzamento formou-se um ovino rústico, precoce,

pesado e prolífero, com características favoráveis à produção em ambiente semiárido e ampla adaptação às condições adversas dessa região.

O objetivo deste estudo foi de avaliar os parâmetros fisiológicos e os índices de adaptação de ovinos da raça Soinga na região do Cariri Cearense, bem como avaliar e comparar as variáveis fisiológicas dos animais em relação aos turnos e à época do ano.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Novo Horizonte, nos anos de 2020 e 2021. A fazenda fica localizada no município de Santana do Cariri (Latitude: -7.18826, Longitude: -39.7377 7° 11' 18" Sul, 39° 44' 16" Oeste), região sul do estado do Ceará.

O estudo foi feito no período seco, que compreende os meses de outubro, novembro e dezembro, sendo caracterizado por apresentar uma temperatura média de 34,34°C, umidade relativa do ar média de 57,78% e pluviosidade média de 58,3mm.

No período intermediário que compreende os meses de julho, agosto e setembro, caracterizado por apresentar temperatura média de 34,01°C, umidade relativa do ar média de 61,94% e pluviosidade média de 1,6mm; e no período chuvoso, que compreende os meses de janeiro a junho, sendo caracterizado por apresentar uma temperatura média de 29,36°C, umidade relativa do ar média de 68,40% e pluviosidade média de 798 mm.

A região possui relevo relativamente plano, o clima do município é tropical quente semiárido brando e tropical quente subúmido.

Foram utilizadas 25 fêmeas da raça Soinga, sendo 10 pré-púberes, com idade e peso iniciais de 5 meses e 11 Kg respectivamente, e 15 púberes, com 7 meses de idade e 15 Kg de peso vivo.

Os animais foram mantidos em regime alimentar exclusivamente a pasto (pastagem nativa), suplementados com mineral comercial específico para a espécie *ad libitum* no cocho, e água de nascente ou reservatório (açude).

Todos os animais foram previamente identificados e fotografados, passaram por detalhada anamnese, desverminação, seguida de exame clínico geral com mensuração dos parâmetros vitais de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS), temperatura retal (TR) e temperatura vaginal (TV).

Duas vezes ao mês, durante todo o período experimental, nos turnos manhã e tarde, foram obtidas as variáveis fisiológicas de todos os ovinos, inclusive das crias, independentemente da idade.

A Frequência Cardíaca (FC) foi avaliada por contagem de batimentos por minuto (bpm), através da auscultação indireta com auxílio de estetoscópio. A Frequência Respiratória (FR) foi mensurada por meio da contagem dos movimentos do gradil costal durante um minuto (mpm). A Temperatura Superficial (TS) foi aferida utilizando termômetro de infravermelho a laser na região do costado lateral esquerdo dos animais.

A Temperatura Retal (TR) foi aferida com emprego de um termômetro clínico digital veterinário, inserido na ampola retal do animal e outro termômetro na vagina (vestíbulo vaginal) para aferição da Temperatura Vaginal (TV) das fêmeas.

Foi realizada fotografia com câmera termográfica de infravermelho para auxiliar no registro da temperatura superficial corpórea, a unidade foi aferida em graus Celsius (°C).

Este trabalho foi submetido ao comitê de ética pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Em cumprimento à lei nº - 11.794/08 e aprovado sobre a certidão C E U A/ C S T R, nº120/2019.

Foi calculado o ITGU (índice de temperatura de globo negro e umidade) nos ambientes de sol e sombra. Utilizou-se a fórmula descrita por Buffington et al. (1981):  $ITGU = TGN + 0,36(Tpo) + 41,5$ , na qual TGN significa a temperatura de globo negro e Tpo, a temperatura do ponto de orvalho; e o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) definido por Thom (1958):  $ITU = Tbs + 0,36 Tpo + 41,2$ , onde: Tbs é a temperatura de bulbo seco (°C), Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

Essas temperaturas, por sua vez, foram registradas, assim como a temperatura e a umidade relativa do ar, através de termômetros de globo negro, instalados em ambientes de sombra e de sol. Para efeito de estudo, considerou-se os horários de coletas dos dados às 9h da manhã e às 15h da tarde.

Para os parâmetros fisiológicos o delineamento utilizado foi a parcela subdividida em esquema fatorial 3X2 (três períodos e dois turnos) com 25 repetições repetido no tempo (número de animais analisados).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do SAEG (2003) versão 8.1.

O método de Pearson foi utilizado para testar se há correlação entre as variáveis. Foi considerado um nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis estudadas em relação aos períodos. Foram encontrados valores mais elevados no período seco para a temperatura do ar (TA). Os valores do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) na sombra e no sol foram mais elevados no período intermediário. A Umidade Relativa (UR) foi mais elevada no período chuvoso de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1.** Médias da Temperatura do Ar (TA), Umidade Relativa (%), Índice de Temperatura de Globo Negro Umidade na Sombra (ITGUSombra), Índice de Temperatura de Globo Negro Umidade no Sol (ITGUSol), Umidade Relativa (UR) nos períodos seco, intermediário e chuvoso, nos turnos manhã e tarde.

| Variáveis   | Turnos | Períodos |               |          | CV(%) |
|-------------|--------|----------|---------------|----------|-------|
|             |        | Chuva    | Intermediário | Seco     |       |
| TA (°C)     | Manhã  | 31,71Ab  | 27,38Bb       | 31,26Ab  | 8,76  |
|             | Tarde  | 36,32Aa  | 31,35Ba       | 37,43Aa  |       |
| ITGU Sombra | Manhã  | 75,02Cb  | 79,16Bb       | 81,69Ab  | 4,64  |
|             | Tarde  | 80,80Ba  | 86,65Aa       | 87,54Aa  |       |
| ITGU Sol    | Manhã  | 80,69Bb  | 89,34Ab       | 89,93Ab  | 6,16  |
|             | Tarde  | 89,68Ba  | 98,51Aa       | 100,18Aa |       |
| UR (%)      | Manhã  | 68,47Aa  | 60,48Ba       | 59,61Ba  | 18,07 |
|             | Tarde  | 68,32Aa  | 60,57Ba       | 56,38Ba  |       |

Letras maiúsculas diferentes (A, B e C) indicam diferença significativa na linha ( $P < 0,05$ ).  
 Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, nas colunas ( $P < 0,05$ ).  
 CV = Coeficiente de variação.

Observa-se que o ITGU à sombra e ao sol apresentou valores elevados no turno da tarde durante os três períodos, devido à influência do calor recebido pelo globo negro e pela radiação que incide sobre eles.

A temperatura do ar juntamente com a umidade relativa constitui as duas variáveis ambientais mais importantes no que se diz respeito à zona de conforto térmico animal, isso porque em ambientes com altas temperaturas, o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio é reduzido, resultando em dificuldade para dissipação de calor na forma sensível, através da radiação, condução e convecção.

Dessa forma, se além da temperatura do ar, a umidade relativa também estiver elevada, serão limitadas as perdas de calor da forma sensível e insensível, o que acarretará aumento da temperatura retal do animal - hipertermia - pela incapacidade de manter a temperatura constante (homeostase), implicando em consequências negativas para seu desenvolvimento.

Nos trópicos, a TA média situa-se em geral acima dos 20 °C e a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30 °C por grande parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38 °C (NEVES et al., 2009; SILVA et al., 2015).

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que as médias de TA ficaram dentro dos limites mencionados pelos autores supracitados.

Dentre a caracterização climática do ambiente formado por diversos fatores, a temperatura do ar caracteriza-se certamente como o fator bioclimático independente imprescindível com relação da influência sobre o ambiente físico do animal (ROBERTO, 2016).

Pode-se observar na Tabela 1 que a umidade relativa do ar foi maior ( $P < 0,05$ ) no período chuvoso, porém não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os turnos da manhã e tarde, devido a atuação de alguns fenômenos meteorológicos que atuam nesse período do ano, como a ZCIT, ZACAS, Cavados e Vórtices Ciclônicos, favorecendo o aumento da umidade relativa e da precipitação, apresentando correlação inversamente proporcional à temperatura. Neste caso, à variação da temperatura também tem influência da atuação dos citados fenômenos meteorológicos ao longo do ano, entre os períodos.

Como se observa aumento de temperatura entre os períodos, há então um maior potencial de evaporação da água presente no ar durante o período seco comparado com o período chuvoso e, com isso, diminuição da umidade.

Em ambientes com temperatura elevada e umidade baixa a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação (STARLING et al., 2002).

Dessa forma, o desgaste decorrente da perda de água e eletrólitos como veículo de dissipação de calor, pode impor sérios prejuízos na manutenção da homeostase no organismo. No entanto, esses efeitos podem ser contornados através do suprimento de água para recompor as perdas de líquidos decorrentes do processo evaporativo de perda de calor.

Para ovinos deslanados adultos a zona de conforto térmico (ZCT) é ótima para temperaturas entre 20 e 30°C, com umidade relativa entre 50% e 80%, sendo considerada crítica quando a temperatura é superior a 34°C (BAÊTA e SOUZA, 1997), onde observa-se neste experimento que a TA e a UR estiveram dentro da ZCT.

Os maiores valores encontrados para o ITGU no sol foram 100,18 e 98,51 respectivamente, nos períodos seco e intermediário, revelando o alto estresse térmico proporcionado pelo ambiente a esses animais, visto que valores de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 considera-se um estresse leve; entre 79 e 84 situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência (BAÊTA & SOUZA, 2010).

A TGN teve seus maiores registros encontrados no TGNsol no turno da tarde, nos períodos intermediário e seco, provavelmente em função da incidência de radiação solar direta, devido a inclinação do sol. De acordo com Leite et al. (2012) a TGN é um indicativo do efeito combinado da temperatura, velocidade do ar e da radiação, podendo dessa forma, ser utilizada para avaliar o possível estresse que sofreria um animal nas mesmas condições ambientais.

Os valores de ITGU registrados nos ambientes de sombra e de sol revelam uma situação de estresse para os animais submetidos a essas condições. Para Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido, ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços. Segundo Souza (2010) ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie. De acordo com Oliveira et al. (2011), numa situação em que o ITGU encontra-se acima de 85, associando-se a parâmetros de conforto de calor como a FR, constataram que os ovinos se encontravam em situação de estresse térmico.

A exposição de ovinos a elevadas temperaturas bem como altos valores de ITGU ocasiona alterações no organismo animal capaz de contornar o efeito estressor do ambiente. No entanto, a ativação dessas medidas termorreguladoras, como aumento da FR, por exemplo, requer dispêndio

de energia do animal, o que pode implicar em perdas produtivas - pois parte da energia que seria utilizada para o crescimento e produção de carne e/ou leite será direcionada para a manutenção da homeostase térmica.

A temperatura do ar juntamente com a umidade relativa constitui as duas variáveis ambientais mais importantes no que se diz respeito à zona de conforto térmico animal, isso porque em ambientes com altas temperaturas, o gradiente térmico entre a superfície animal e o meio é reduzido, resultando em dificuldade para dissipação de calor na forma sensível, através da radiação, condução e convecção.

Nesses casos, o animal dissipa calor para o meio através da forma insensível, pela evaporação cutânea - sudorese - e, principalmente, por meio do aumento da frequência respiratória. A elevação dos movimentos respiratórios resulta em perda de calor porque o ar inspirado, ao entrar em contato com o trato respiratório, é umedecido; na expiração o ar está saturado de água, esta passa do estado líquido para o estado de vapor - evaporação respiratória. Esse processo libera energia, fazendo com que o animal perca cerca de 540 calorias a cada grama de água evaporado.

Nessas condições, a dissipação de calor pelo animal ocorre de forma insensível, predominantemente por meio da evaporação cutânea (sudorese) e, de maneira ainda mais significativa, pelo aumento da frequência respiratória. A intensificação dos movimentos respiratórios contribui para a termorregulação, uma vez que o ar inspirado é umedecido ao entrar em contato com as superfícies mucosas do trato respiratório. Durante a expiração, o ar, já saturado de vapor de água, promove a transferência de calor latente, pois a água presente passa do estado líquido para o gasoso – processo conhecido como evaporação respiratória. Essa mudança de fase requer energia, resultando na perda aproximada de 540 calorias para cada grama de água evaporada, contribuindo, assim, para a redução da temperatura corporal.

Este resultado, no entanto, está bem acima daquele encontrado por Sampaio et al. (2004), para caprinos em Teresina, PI, que observou, para o período da tarde, um ITU médio máximo de 82,01, tal como os resultados obtidos por Neves (2008) que também encontrou, para ovinos em condições de pastejo no agreste pernambucano, região também localizada no semiárido brasileiro, um ITU médio máximo de 82,2, esses valores estão mais próximos dos valores encontrados no período da manhã, quando se compara os três períodos.

Na tabela 2 observa-se o valor médio da frequência respiratória - FR (mpm). Os valores estão em conformidade com relatos de Eustáquio Filho (2011) de que a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que frequências de 40-60, 60-80 e 80-120 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes.

De acordo com esta classificação pode-se afirmar que os animais estiveram em condições de estresse baixo, tanto no turno da manhã como no turno da tarde.

**Tabela 2.** Médias das Frequência respiratória (mpm) – FR, nos turnos manhã e tarde, durante os períodos chuvoso, intermediário e seco.

| FR (mpm) |         | Período de avaliações |         |        |
|----------|---------|-----------------------|---------|--------|
| Turno    | Chuva   | Intermediário         | Seco    | CV (%) |
| Manhã    | 40,69Ab | 42,42Ab               | 44,00Ab | 37,93  |
| Tarde    | 48,53Ca | 53,68Ba               | 59,00Aa |        |

Letras maiúsculas diferentes (A, B e C) indicam diferença significativa na linha (P <0,05).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, nas colunas (P <0,05).

CV = Coeficiente de variação.

Na tabela 2, observa-se que houve diferença significativa (P<0,05) da frequência respiratória (FR), entre turnos (manhã e tarde). Segundo (GOMES et al., 2008; Perissinotto et al., 2009) ocorrem aumentos da FR como forma de dissipação de calor, para manter a homeotermia.

McManus et al. (2009) descreveram que o aumento da FR é necessário para manter a homeotermia e evitar um aumento da temperatura corporal durante a exposição térmica. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que quando os mecanismos de perda de calor sensível não são eficazes o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e frequência respiratória, para manter a temperatura corpórea constante. No entanto, quando o estresse é prolongado os animais podem estocar calor refletindo no aumento da temperatura do corpo.

De acordo com o observado nesse estudo, a raça Soinga manteve a frequência respiratória dentro da normalidade, mantendo a sua homeotermia, mesmo em situações em que a temperatura do ar esteve elevada. Desta forma, pode-se considerar a raça Soinga adaptada as condições experimentais.

Na tabela 3, observa-se o valor médio da frequência cardíaca - FC (bpm). Os valores observados na tabela 3 indicam que a frequência cardíaca dos ovinos Soinga esteve sempre acima da zona de conforto, que está entre 70 a 80 bpm para ovinos em repouso (DETWEILER, 1988). Isto mostrou um desconforto provocado pelo ambiente na fisiologia dos animais como também do manejo utilizado, que foi suficiente para alterar a frequência cardíaca além dos limites fisiológicos na maioria dos horários avaliados. Além disto, observou-se que os ovinos apresentaram as maiores médias da FC no período seco, turno da tarde, com 140 bpm.

O aumento da frequência cardíaca se deve, principalmente, ao fato de o animal não dispor de mecanismos para a dissipação de calor, então, foi necessária uma maior circulação de sangue para o arrefecimento do corpo, sobretudo sob altas temperaturas (ABI SAAB & SHEIMAN, 1995).

Os resultados deste estudo diferem dos encontrados por Eustáquio Filho et al. (2011) onde, os resultados destes autores apresentaram comportamento linear para a FC.

**Tabela 3.** Médias da Frequência cardíaca (bpm) – FC, nos turnos manhã e tarde, durante os períodos chuvoso, intermediário e seco.

| FC (bpm) | Período de avaliações |               |          |        |
|----------|-----------------------|---------------|----------|--------|
|          | Chuva                 | Intermediário | Seco     | CV (%) |
| Manhã    | 77,60Bb               | 120,98Ab      | 124,88Ab | 33,07  |
| Tarde    | 97,17Ca               | 128,18Ba      | 139,12Aa |        |

Letras maiúsculas diferentes (A, B e C) indicam diferença significativa na linha (P <0,05).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, nas colunas (P <0,05).

CV = Coeficiente de variação.

As médias da FC constatadas nesse trabalho, apresentam-se acima da faixa de normalidade para ruminantes nos períodos intermediário e seco e abaixo dos valores para ovinos segundo Silanikove (2000), em que afirma que uma frequência de 80-120 mov min<sup>-1</sup> caracteriza um estresse alto para os ruminantes, e acima de 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

Observa-se que as médias da frequência cardíaca dos ovinos Soinga (Tabela 3), foi maior no período da tarde e dentro dos períodos seco e intermediário.

Os ovinos Soinga apresentaram frequência cardíaca mais reduzida no turno da manhã. Valores menores de FC podem ser reflexo da vasodilatação, maior fluxo sanguíneo e maior

facilidade de circulação de sangue pelos vasos, ocorrendo nos animais com maior necessidade de dissipação de calor.

Houve efeito de turno para FC, com as maiores médias à tarde. Isso ocorre devido ao aumento verificado na temperatura ambiental à tarde, o que acarreta diminuição do gradiente térmico entre o animal e o meio, havendo então dificuldade de dissipação de calor pela forma sensível.

Os animais do genótipo Soinga apresentaram maior FC ( $P < 0,05$ ) que os animais dos genótipos Somalis, Dorper x Somalis e Morada Nova, em experimento realizado no NUPEARIDO-UFCG por Dantas (2018), quando comparado os turnos. Mesmo com uma elevação da FC, os ovinos Soinga mantiveram a homeotermia.

Apesar das condições ambientais indicarem situação de desconforto térmico, os ovinos da raça Soinga mantiveram a temperatura retal (TR), a frequência cardíaca (FC) e a frequência respiratória (FR) dentro dos padrões fisiológicos normais para a espécie, não comprometendo a homeotermia e demonstrando elevada capacidade de adaptação ao ambiente.

Na tabela 4, pode-se observar o valor médio da temperatura superficial corpórea (TS), temperatura retal (TR) e temperatura vaginal (TV), medidas em °C (graus Celsius).

**Tabela 4.** Médias da Temperatura superficial (TS), Temperatura retal (TR) e vaginal (TV), nos turnos manhã e tarde, durante os períodos chuvoso, intermediário e seco.

| Parâmetros                   | Períodos |         |               |         | CV (%) |
|------------------------------|----------|---------|---------------|---------|--------|
|                              | Turno    | Chuva   | Intermediário | Seco    |        |
| Temperatura superficial (TS) | Manhã    | 35,62Cb | 36,64Bb       | 37,81Ab | 4,19   |
|                              | Tarde    | 37,56Ca | 38,11Ba       | 39,58Aa |        |
| Temperatura retal (TR)       | Manhã    | 38,20Bb | 38,33Bb       | 38,98Ab | 1,89   |
|                              | Tarde    | 39,46Ba | 39,10Ca       | 39,76Aa |        |
| Temperatura vaginal (TV)     | Manhã    | 38,59Aa | 38,38Ab       | 39,14Aa | 6,05   |
|                              | Tarde    | 38,43Ba | 39,56Aa       | 39,93Aa |        |

Letras maiúsculas diferentes (A, B e C) indicam diferença significativa na linha ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, nas colunas ( $P < 0,05$ ).

CV = Coeficiente de variação.

Observa-se na Tabela 4 que a temperatura superficial corpórea dos ovinos Soinga variou significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os turnos, nos diferentes períodos. Observou-se que os valores médios da TS no período seco foram superiores aos demais períodos.

Os valores da TS encontrados entre os turnos, neste experimento, para os ovinos Soinga foram menores do que os valores encontrados por Dantas (2018), quando comparou a TS dos animais dos genótipos Somalis, Dorper x Somalis e Morada Nova.

Os ovinos Soinga deste experimento apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre períodos e entre turnos, com valores maiores no período seco. A menor média da TS ocorreu no período de chuva.

Batista et al. (2014), encontraram em sua pesquisa resultados com relação a TS de ovinos  $\frac{1}{2}$  sangue Santa Inês +  $\frac{1}{2}$  sangue Dorper com pelame preto e branco em ambiente antes e após da exposição ao estresse causado pelo sol, no ambiente antes da exposição ao sol, independente da pelagem mostraram temperatura superficial menor ao comparadas com as TS após exposição ao sol, além disso, os animais de pelame preto apresentaram maior temperatura superficial no ambiente de sol, quando comparados aos animais de pelame branco.

Nos três períodos estudados, a TS foi estatisticamente diferente, variando também de acordo o turno e a exposição dos animais à radiação solar direta. Eustáquio Filho et al. (2011) relataram que a temperatura do pelame sofre forte influência da temperatura ambiental causando aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevação da taxa de fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. De acordo com as perdas evaporativas, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, e o sangue que circula pelas superfícies corpóreas torna-se mais refrigerado (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Nascimento (2019), avaliando os genótipos Santa Inês e Soinga nas mesmas condições ambientais o Soinga apresentou TS significativamente ( $P < 0,05$ ) menor que o Santa Inês imediatamente após o estresse térmico às 15 h. Tal fato, pode estar atrelado a diferença da cor de pelagem dos dois grupos genéticos uma vez que o Soinga que apresenta pelagem clara, teve uma maior refletividade dos raios solares e o Santa Inês devido a pelagem escura absorveu mais energia térmica.

Silva et al. (2003) citam que animais com pelos mais claros refletem mais energia térmica e absorvem entre 40 e 50% menos radiação do que aqueles com pelagem escura.

Silva et al. (2015) preconizam que em ambientes de alta radiação térmica, a combinação mais adequada seria pelo branco sobre epiderme negra. McManus et al. (2011) ao observarem a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos sobre a tolerância ao calor relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

É possível observar na tabela 4, que os valores da temperatura retal (TR) tiveram uma variação de 38,20°C a 39,76°C. Considerando o efeito animal, os resultados foram obtidos para temperatura retal nos três períodos, seco, intermediário e chuvoso, coletadas em dois turnos, manhã e tarde.

Os resultados de TR dos ovinos do presente trabalho foram inferiores ao encontrado por Cezar et al. (2004), avaliando genótipos Santa Inês, Dorper e seus mestiços em sistema semi-intensivo, verificaram TR de 40 °C no período da tarde

Com relação aos períodos, as médias encontradas para TR dos ovinos Soinga se mantiveram dentro da normalidade, uma vez que para a espécie a faixa de temperatura possa variar de 38,5 a 39,9°C (CUNNINGHAN, 2004).

A temperatura retal dos ovinos foi maior no turno da tarde ( $P < 0,05$ ) nos três períodos pesquisados, sendo mais elevada no período seco, evidenciando os efeitos adversos das condições ambientais, conforme pode ser constatado na Tabela 4. Percebe-se que os animais não foram capazes de dissipar todo calor corporal necessário para manter a temperatura corporal dentro do limite basal médio (39,1°C), no período intermediário e seco, principalmente à tarde. Porém, deve ser ressaltado que apesar do aumento significativo entre períodos do dia, a temperatura corporal dos animais permaneceu dentro da faixa de variação fisiológica normal (38,3 a 39,9 °C) citada por Reece (2008).

Os valores da TR dos ovinos Soinga deste experimento, se assemelham com os valores encontrados por Ribeiro et al. (2008), ao analisarem a temperatura retal de ovinos nativos, encontraram médias para o turno da tarde de (38,98°C) nas horas mais quentes do dia, enquanto para o turno da manhã obtiveram valores de (38,76°C), ambos dentro da faixa normal.

Resultados apresentados por Santos et al. (2017) em pesquisa realizado em Cabaceiras na Paraíba, em mesmas condições climáticas analisando parâmetros fisiológicos em ovinos da raça Santa Inês sob confinamento com diferentes tipos de forros de cobertura, mostraram que valores

de TR foram modificadas em função dos diferentes horários de avaliação, sendo a TR esboçando maiores valores de 39,2°C e 39,1°C às 09 e 16 h.

Conforme Hossam El-Sheikh et al., (2012) a temperatura retal normalmente é mais elevada que a temperatura vaginal, mas a diferença não é estatisticamente significativa, segundo resultados obtidos pela maioria dos autores que relatam existir sempre valores mais elevados para TR quando comparada a TV, existindo sempre uma correlação alta e positiva entre essas variáveis. Essa diferença na elevação da temperatura retal, pode ser devida pelo tipo de termômetro e pela profundidade da penetração do mesmo (BURFEIND et al, 2011). Também a temperatura vaginal, pode ser afetada por influxo de ar ou pelo ato de urinar (SUTHAR et al., 2011).

A mensuração da temperatura vaginal está se tornando um método rotineiro, para avaliar a temperatura interna do animal, por existir uma correlação muito forte e significativa com a temperatura retal. Tendo, estas variáveis, a capacidade de possuir uma forte correlação, dependendo das faixas de temperatura e das diferenças entre as medidas (VICKERS et al., 2010).

Na Tabela 4 observa-se uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para valores da TV das ovelhas da raça Soinga somente entre o período de chuva e os demais períodos apenas no turno da tarde. De acordo com os resultados encontrados, os parâmetros fisiológicos analisados nos animais do genótipo Soinga mantiveram-se dentro dos valores de referência para ovinos, o que demonstra ser adaptado às condições climáticas do semiárido.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os ovinos da raça Soinga mantiveram os parâmetros fisiológicos dentro dos limites considerados normais para a espécie, preservando a homeotermia mesmo sob as condições climáticas do Semiárido. As respostas fisiológicas observadas evidenciaram a capacidade adaptativa desses animais ao ambiente de criação, demonstrando eficiência dos mecanismos de termorregulação. Os resultados obtidos confirmam a rusticidade e a adaptabilidade da raça Soinga às condições edafoclimáticas do Semiárido brasileiro, destacando seu potencial para utilização em sistemas de produção ovina na região e consolidando-a como uma alternativa promissora para a ovinocultura do Nordeste.

## REFERÊNCIAS

- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BATISTA, N. L. et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 3, p. 102-108, 2014.
- BERNABUCCI, U. et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, 2010.
- BURFEIND, O. et al. Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperatures to predict calving in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 5053-5061, 2011.
- CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.
- COSTA JÚNIOR, G. S. et al. Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2260-2267, 2006.
- FAO. **Capacitação para implementar boas práticas de bem-estar animal: relatório do encontro de especialistas da FAO**. Roma: FAO, 2008.
- FATOR BRASIL. Ovino 100% brasileira participa da Feinco.
- HOSSAM EL-SHEIKH, A. et al. Presence of a temperature gradient among genital tract portions and thermal changes within these portions over the estrus cycle in beef cows. **Journal of Reproduction and Development**, 2012.
- KAZAMA, R. et al. Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 211-216, 2008.
- LEHUGEUR, C. M. **Bem-estar em ovinos no Rio Grande do Sul: termografia na avaliação da podridão dos cascos e estresse pelo calor**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- LEITE, J. R. D. S. et al. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 443-448, 2012.
- MARTINS, R. F. S. **Índices de conforto térmico e temperatura superficial por termografia infravermelha em ovinos**. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

- NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.
- NASCIMENTO, F. S. **Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2019.
- RIBEIRO, N. L. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 614-623, 2008.
- ROBERTO, J. V. B. **Respostas fisiológicas, termográficas e desempenho produtivo de ovinos mestiços alimentados com sal forrageiro de faveleira (Cnidoscolus quercifolius Pohl)**. 2016. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2016.
- SANTOS, F. C. B. dos et al. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre 45 cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 991-998, 2007.
- SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, p. 20-27, 2015.
- SILVA, M. V. G. B. et al. **Programa de melhoramento genético da raça Girolando: sumário de touros – resultado do teste de progênie**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2012. (Documento, 220).
- SILVA, R. G.; LA SCALA JUNIOR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. **Transactions of the ASAE**, v. 46, p. 913-918, 2003.
- SOUSA JÚNIOR, S. C. de et al. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos na região semiárida. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 10, p. 127-137, 2008.
- SOUZA, B. B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil.
- SUTHAR, V. S. et al. Body temperature around induced estrus in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2368-2373, 2011.
- TITTO, C. G. **Relação entre termorregulação e comportamento em ovinos**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.
- VICKERS, A. et al. Technical note: Comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5246-5251, 2010.



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR  
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**  
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5  
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

**Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)**

**978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto**

---

**CAPÍTULO 9**

**Raça ovina Soinga no semiárido brasileiro: uma síntese das evidências  
científicas de adaptação**

**Soinga Sheep in the Brazilian Semi-arid Region: A Synthesis of Scientific Evidence of  
Adaptation**

**Bonifácio Benício de Souza<sup>1\*</sup>; Talícia Maria Alves Benício<sup>2</sup>; Fabíola Franklin de Medeiros<sup>1</sup>;  
Danilo Leite Fernandes<sup>3</sup>; Fábio Santos do Nascimento<sup>1</sup>; João Vinícius Barbosa Roberto<sup>4</sup>;  
Maycon Rodrigues da Silva<sup>1</sup>; Luanna Figueirêdo Batista<sup>1</sup>; Gabriel de Queiroz Rodrigues<sup>1</sup>;  
Nágela Maria Henrique Mascarenhas<sup>1</sup>; José Antônio Pires da Costa Silva<sup>1</sup>; Claudiney  
Felipe Almeida Inô<sup>1</sup>; Luiz Henrique de Souza Rodrigues<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Tocantins, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> Faculdades Nova Esperança (FACENE/FAMENE), Brasil.

\*Autor correspondente: [bonifacio.ufcg@gmail.com](mailto:bonifacio.ufcg@gmail.com)

**DOI:** <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c09.2026>

**RESUMO**

A produção ovina no semiárido brasileiro exige genótipos capazes de manter desempenho produtivo e equilíbrio fisiológico sob condições ambientais caracterizadas por elevadas temperaturas, intensa radiação solar e irregularidade hídrica. Nesse contexto, a raça ovina Soinga,

recentemente reconhecida oficialmente no Brasil como a raça de número 32 pela Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), destaca-se como um recurso genético desenvolvido e selecionado em condições típicas do semiárido. O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as evidências científicas de adaptação da raça Soinga ao semiárido brasileiro, abordando aspectos relacionados à sua origem e formação, reconhecimento oficial, caracterização fenotípica e morfológica, bases fisiológicas da adaptação ao estresse térmico, índices bioclimatológicos e desempenho produtivo. A revisão foi conduzida a partir da análise integrada de artigos científicos, dissertações e teses desenvolvidos por instituições públicas de ensino e pesquisa, complementada por informações institucionais da ARCO referentes à padronização e ao registro genealógico da raça. Os estudos analisados indicam que a Soinga apresenta elevada rusticidade, eficiência nos mecanismos de termorregulação, estabilidade fisiológica sob estresse térmico e desempenho produtivo compatível com sistemas de produção extensivos e semi-intensivos do semiárido. Destaca-se que o conjunto de pesquisas científicas desenvolvidas ao longo do processo de formação da raça forneceu subsídios técnicos fundamentais para a consolidação do padrão racial e para o reconhecimento institucional da Soinga. Conclui-se que a raça Soinga reúne atributos que a qualificam como uma alternativa estratégica para a ovinocultura sustentável no semiárido brasileiro, embora ainda sejam necessários avanços em pesquisas voltadas à reprodução, genética e avaliação produtiva de longo prazo.

**Palavras-chave:** Ovinocultura; Raça ovina Soinga; Adaptação ao estresse térmico; Bioclimatologia animal; Semiárido brasileiro.

## **ABSTRACT**

Sheep production in the Brazilian semiarid region requires genotypes capable of maintaining productive performance and physiological balance under environmental conditions characterized by high air temperatures, intense solar radiation, and irregular water availability. In this context, the Soinga sheep breed, recently officially recognized in Brazil as the 32nd sheep breed by the Brazilian Association of Sheep Breeders (ARCO), stands out as a genetic resource developed and selected under typical semiarid conditions. This study aimed to conduct a literature review on the scientific evidence of adaptation of the Soinga breed to the Brazilian semiarid region, addressing

aspects related to its origin and development, official recognition, phenotypic and morphological characterization, physiological mechanisms of adaptation to heat stress, bioclimatic indices, and productive performance. The review was based on the integrated analysis of scientific articles, dissertations, and theses developed by public teaching and research institutions, complemented by institutional information from ARCO regarding breed standardization and genealogical registration. The studies analyzed indicate that the Soinga breed exhibits high rusticity, efficient thermoregulatory mechanisms, physiological stability under heat stress, and productive performance compatible with extensive and semi-intensive production systems in semiarid environments. It is noteworthy that the body of scientific research conducted throughout the breed development process provided essential technical support for the consolidation of its breed standard and its institutional recognition. It is concluded that the Soinga breed possesses attributes that qualify it as a strategic alternative for sustainable sheep production in the Brazilian semiarid region, although further studies on reproduction, genetics, and long-term productive performance are still required.

**Keywords:** Sheep production; Soinga sheep breed; Heat stress adaptation; Animal bioclimatology; Brazilian semiarid region.

## INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro ocupa aproximadamente 12% do território nacional e abriga uma das mais importantes regiões de criação de pequenos ruminantes do país. Caracteriza-se por condições climáticas marcadas por elevadas temperaturas do ar, intensa radiação solar, baixos índices pluviométricos, elevada evapotranspiração e distribuição irregular das chuvas ao longo do ano. Esses fatores impõem desafios significativos aos sistemas de produção animal, especialmente no que se refere à manutenção do equilíbrio térmico, do desempenho produtivo e da eficiência reprodutiva dos rebanhos. Nesse contexto, a adaptação dos animais às condições ambientais locais constitui um dos principais fatores determinantes para a sustentabilidade dos sistemas pecuários da região.

Entre as espécies criadas no semiárido, os ovinos destacam-se pela elevada importância econômica e social, representando fonte de renda, segurança alimentar e inclusão produtiva para milhares de famílias rurais. Entretanto, mesmo apresentando reconhecida rusticidade, o

desempenho dos rebanhos ovinos é fortemente influenciado pela interação entre genótipo e ambiente, tornando indispensável a utilização de animais geneticamente adaptados às condições edafoclimáticas predominantes. Dessa forma, programas de melhoramento genético, conservação de recursos genéticos animais e desenvolvimento de novas raças adaptadas têm assumido papel estratégico para o fortalecimento da ovinocultura brasileira.

Nesse cenário, a raça ovina Soinga representa um dos mais relevantes exemplos de construção genética direcionada às condições do semiárido brasileiro. Originada a partir de cruzamentos planejados envolvendo as raças Bergamácia Brasileira, Morada Nova variedade branca e Somalis Brasileira, seguidos de sucessivas gerações de seleção em ambiente tropical semiárido, a Soinga foi desenvolvida com o objetivo de reunir atributos desejáveis para sistemas produtivos da região, incluindo rusticidade, precocidade, prolificidade, habilidade materna, boa conformação de carcaça e elevada tolerância ao estresse térmico (MEDEIROS et al., 2023).

A consolidação da raça ocorreu por meio de um processo contínuo de avaliação zootécnica, seleção genética e validação institucional, envolvendo criadores, associações de classe e instituições de pesquisa. Nesse processo, a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO) desempenhou papel fundamental ao acompanhar tecnicamente a formação da raça, estabelecer critérios de padronização fenotípica e reconhecer oficialmente seu padrão racial, contribuindo para sua inserção no sistema nacional de registro genealógico (ARCO, 2025).

Paralelamente ao processo de reconhecimento institucional, a raça Soinga passou a despertar crescente interesse da comunidade científica, tornando-se objeto de diversas pesquisas voltadas à avaliação de suas características produtivas, fisiológicas e adaptativas. Destaca-se, nesse contexto, a atuação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por meio do grupo de pesquisa “Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais”, certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que vem desenvolvendo investigações sistemáticas sobre os mecanismos de adaptação da raça às condições climáticas do semiárido brasileiro.

As pesquisas realizadas abrangem estudos de caracterização fenotípica, fisiologia animal, bioclimatologia, termorregulação, desempenho produtivo e tolerância ao estresse térmico. De maneira geral, os resultados obtidos demonstram elevada capacidade de manutenção da homeotermia, eficiência dos mecanismos fisiológicos de dissipação de calor e desempenho produtivo compatível com as exigências dos sistemas de produção localizados em regiões de

elevada carga térmica. Parte expressiva dessas investigações foi viabilizada por projetos financiados por agências nacionais de fomento, especialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio de bolsas de iniciação científica, mestrado, doutorado e produtividade em pesquisa, fortalecendo significativamente a base científica que sustenta o processo de consolidação e reconhecimento da raça (BATISTA, 2022; RODRIGUES et al., 2023; NASCIMENTO et al., 2025b).

Considerando a crescente produção científica relacionada à raça Soinga e sua relevância para a ovinocultura do semiárido brasileiro, torna-se oportuno reunir e integrar as informações atualmente disponíveis sobre sua origem, formação genética, caracterização racial, reconhecimento institucional e evidências de adaptação às condições ambientais da região. Assim, o presente capítulo tem como objetivo sintetizar as principais evidências científicas produzidas até o momento sobre a raça ovina Soinga, destacando os avanços alcançados no conhecimento de suas características adaptativas e seu potencial como recurso genético estratégico para o desenvolvimento sustentável da ovinocultura no semiárido brasileiro.

## **2 METODOLOGIA**

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura narrativa, com abordagem qualitativa, cujo objetivo foi sistematizar e integrar o conhecimento científico disponível sobre a raça ovina Soinga, com ênfase em sua adaptação às condições do semiárido brasileiro. A opção por uma revisão narrativa justifica-se pela natureza heterogênea dos estudos analisados, que incluem investigações com diferentes delineamentos experimentais, variáveis fisiológicas, índices bioclimatológicos e avaliações zootécnicas, demandando uma análise interpretativa e integradora dos resultados.

O conjunto de estudos analisados foi composto exclusivamente por artigos científicos, dissertações e teses acadêmicas desenvolvidos por pesquisadores vinculados a instituições públicas de ensino e pesquisa, cujos trabalhos abordam direta ou indiretamente a raça Soinga. Foram incluídos estudos que contemplam aspectos relacionados à origem e formação racial, caracterização fenotípica e morfológica, respostas fisiológicas ao estresse térmico, índices de tolerância ao calor, desempenho produtivo e adaptação ao ambiente semiárido. Não foram

considerados estudos externos a esse conjunto, nem fontes que não apresentassem vínculo direto com a produção científica consolidada sobre a raça.

Como critério adicional de fundamentação institucional, foram utilizadas informações técnicas da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), especificamente no que se refere à padronização racial, ao processo de reconhecimento oficial da raça Soinga e à sua inserção no sistema de registro genealógico (ARCO, 2025). Essas informações foram empregadas como suporte institucional e normativo, complementando os achados científicos, sem caráter descritivo ou promocional.

A organização e a análise dos estudos seguiram uma estrutura temática, agrupando os resultados em eixos centrais: (i) origem e formação da raça; (ii) reconhecimento oficial e padronização racial; (iii) caracterização fenotípica e morfológica; (iv) bases fisiológicas da adaptação ao semiárido; (v) índices bioclimatológicos e tolerância ao calor; e (vi) desempenho produtivo e aptidão zootécnica. Essa estratégia permitiu identificar convergências, complementaridades e lacunas no conhecimento científico disponível.

A síntese dos resultados foi conduzida de forma crítica e integrativa, buscando-se construir uma visão abrangente sobre a adaptabilidade da raça Soinga às condições ambientais do semiárido brasileiro.

### **3 ORIGEM E FORMAÇÃO DA RAÇA SOINGA**

A raça ovina Soinga teve sua formação a partir de um processo planejado de cruzamentos dirigidos e seleção contínua, conduzido em condições ambientais características do semiárido brasileiro, com o objetivo de consolidar um genótipo adaptado ao estresse térmico e às limitações impostas pelo clima quente e seco (MEDEIROS et al., 2023). Diferentemente de raças introduzidas de regiões de clima temperado, a Soinga foi desenvolvida com foco explícito na adaptação às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, o que confere singularidade ao seu processo de formação (MEDEIROS et al., 2023).

O programa de formação racial baseou-se no cruzamento entre as raças Bergamácia Brasileira, Morada Nova variedade branca e Somalis Brasileira. Essa combinação genética buscou reunir, em um único genótipo, atributos complementares associados à rusticidade, precocidade, capacidade adaptativa e desempenho produtivo. A Bergamácia Brasileira contribuiu com

características relacionadas ao porte e ao potencial produtivo; a Morada Nova variedade branca, com reconhecida adaptação ao semiárido, aportou rusticidade e eficiência reprodutiva; enquanto a Somalis Brasileira agregou resistência ao estresse térmico e capacidade de sobrevivência em ambientes áridos (MEDEIROS et al., 2023; ARCO, 2025).

O processo de seleção dos animais foi conduzido de forma criteriosa, priorizando indivíduos capazes de manter desempenho produtivo satisfatório sob elevadas temperaturas, alta radiação solar e variações sazonais na disponibilidade de alimento. Ao longo das gerações, características indesejáveis foram progressivamente eliminadas, enquanto atributos relacionados à adaptação fisiológica, funcionalidade morfológica e eficiência produtiva foram reforçados. Esse processo gradual resultou na consolidação de um padrão racial consistente, adaptado às exigências ambientais do semiárido.

A formação da raça Soinga ocorreu de maneira integrada entre a prática dos criadores e o suporte técnico-científico de instituições de ensino e pesquisa, o que permitiu associar o conhecimento empírico acumulado no campo às avaliações zootécnicas, fisiológicas e morfológicas realizadas em ambiente experimental. Essa interação foi determinante para a validação dos critérios de seleção e para o avanço do processo de consolidação racial.

Paralelamente à seleção genética, foram conduzidas avaliações científicas que subsidiaram a caracterização da raça, abrangendo aspectos fenotípicos, fisiológicos e produtivos. Esses estudos forneceram evidências consistentes de que a Soinga apresenta elevada capacidade de adaptação ao ambiente semiárido, reforçando a coerência entre os objetivos iniciais de sua formação e os resultados observados ao longo do processo de seleção (BATISTA, 2022; MEDEIROS et al., 2023).

O reconhecimento institucional da Soinga como raça ovina brasileira ocorreu a partir da definição de seu padrão racial e do acompanhamento técnico realizado por entidades representativas da ovinocultura nacional. Nesse contexto, a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO) desempenhou papel fundamental ao avaliar e validar os critérios morfológicos e funcionais que caracterizam a raça, assegurando sua inserção no sistema oficial de registro genealógico (ARCO, 2025). Esse reconhecimento conferiu respaldo técnico e institucional ao material genético, fortalecendo sua difusão e utilização nos sistemas produtivos do semiárido.

Assim, a origem e a formação da raça Soinga refletem um processo estruturado de desenvolvimento genético orientado pelas demandas ambientais do semiárido brasileiro,

fundamentado na integração entre seleção empírica, validação científica e reconhecimento institucional. Esse conjunto de fatores sustenta a relevância da Soinga como recurso genético estratégico para a ovinocultura em regiões de clima quente e seco.

#### **4 RECONHECIMENTO OFICIAL E PADRONIZAÇÃO RACIAL**

O reconhecimento oficial e a padronização racial constituem etapas fundamentais para a consolidação de uma raça ovina, uma vez que conferem legitimidade institucional, asseguram a rastreabilidade genealógica e estabelecem critérios técnicos que orientam a seleção, a reprodução e a difusão do material genético. No caso da raça Soinga, esse processo ocorreu de forma articulada entre criadores, pesquisadores e entidades representativas da ovinocultura nacional, culminando em seu reconhecimento oficial como raça ovina brasileira.

A Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO) desempenhou papel central nesse processo, ao acompanhar tecnicamente a definição e a validação do padrão racial da Soinga. Como resultado desse acompanhamento institucional, a Soinga foi oficialmente registrada pela ARCO como a raça ovina de número 32, passando a integrar o conjunto das raças ovinas reconhecidas no Brasil (ARCO, 2025). Trata-se, portanto, da mais recente raça ovina oficialmente reconhecida no país, fato que confere relevância científica e institucional ao processo de consolidação racial.

A atuação da ARCO envolveu a análise criteriosa das características morfológicas, funcionais e produtivas dos animais, assegurando que o padrão racial estabelecido refletisse de forma consistente os atributos genéticos e adaptativos consolidados ao longo do processo de formação da raça. Esse acompanhamento técnico é essencial para garantir uniformidade racial e evitar a descaracterização do genótipo ao longo do tempo.

O processo de reconhecimento oficial da raça Soinga foi sustentado, além da atuação institucional da ARCO, por um conjunto consistente de pesquisas científicas conduzidas ao longo de diferentes etapas de sua formação. Esses estudos forneceram evidências técnicas fundamentais relacionadas à caracterização fenotípica, às respostas fisiológicas ao estresse térmico, aos índices de adaptabilidade e ao desempenho produtivo dos animais em condições típicas do semiárido brasileiro. A produção científica desenvolvida por grupos de pesquisa vinculados a instituições públicas de ensino e pesquisa contribuiu de maneira decisiva para a consolidação do padrão racial

e para o embasamento técnico do processo de reconhecimento da Soinga como raça ovina brasileira (BATISTA, 2022; MEDEIROS et al., 2023).

A padronização racial da Soinga estabelece critérios claros relacionados à conformação corporal, pelagem, características da cabeça, tronco e membros, além de aspectos funcionais diretamente associados à adaptação ao ambiente semiárido. Esses critérios extrapolam a simples descrição morfológica, incorporando atributos relacionados à funcionalidade zootécnica, à eficiência adaptativa e à tolerância ao estresse térmico, aspectos estratégicos para sistemas produtivos em regiões de clima quente (ARCO, 2025; MEDEIROS et al., 2023).

O enquadramento da Soinga no sistema oficial de registro genealógico, sob a supervisão da ARCO, representa um avanço significativo para a valorização e a conservação desse recurso genético nacional. O registro genealógico permite o controle da origem dos animais, a organização dos plantéis e o acompanhamento da evolução genética da raça, além de conferir segurança técnica aos criadores quanto à identidade racial dos reprodutores e matrizes utilizados nos sistemas de produção (ARCO, 2025).

## **5 CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E MORFOLÓGICA**

A caracterização fenotípica e morfológica da raça Soinga constitui um componente essencial para a compreensão de sua adaptação ao ambiente semiárido e para a consolidação do padrão racial reconhecido institucionalmente. Os estudos científicos que abordam essa temática evidenciam que a Soinga apresenta conformação corporal funcional, compatível com sistemas produtivos desenvolvidos em regiões de clima quente e seco (MEDEIROS et al., 2023).

De modo geral, a raça Soinga apresenta porte médio, tronco bem desenvolvido e membros proporcionais, características que favorecem a mobilidade e a eficiência funcional em ambientes com disponibilidade variável de alimento e água. A conformação corporal observada reflete um equilíbrio entre rusticidade e aptidão produtiva, evitando extremos morfológicos que poderiam comprometer a adaptação ao estresse térmico (MEDEIROS et al., 2023).

A pelagem e as características da pele constituem aspectos relevantes na adaptação da Soinga ao clima semiárido. A predominância de pelagem clara e curta, associada à pele pigmentada, contribui para a reflexão da radiação solar e para a proteção contra os efeitos deletérios da insolação intensa. Esses atributos favorecem os mecanismos de dissipação de calor, reduzindo

a sobrecarga térmica e auxiliando na manutenção da homeotermia (MEDEIROS et al., 2023; ARCO, 2025).

As avaliações morfométricas relatadas na literatura indicam homogeneidade entre os indivíduos da raça, reforçando a consistência do padrão racial estabelecido. Medidas corporais relacionadas ao comprimento corporal, altura de cernelha e perímetro torácico evidenciam a adequação da raça a sistemas de produção extensivos e semi-intensivos, típicos do semiárido brasileiro, nos quais a eficiência funcional é um fator determinante para o desempenho produtivo (MEDEIROS et al., 2023).

Além disso, a caracterização morfológica da Soinga apresenta consonância com os critérios de padronização racial validados pela ARCO, demonstrando alinhamento entre os resultados científicos e o reconhecimento institucional da raça (ARCO, 2025; MEDEIROS et al., 2023). Essa convergência entre ciência e institucionalidade reforça a confiabilidade do padrão racial e contribui para a manutenção da identidade genética da Soinga ao longo do tempo.

Dessa forma, a caracterização fenotípica e morfológica da raça Soinga evidencia um conjunto de atributos estruturais e funcionais diretamente associados à adaptação ao ambiente semiárido, sustentando sua utilização como recurso genético estratégico para sistemas produtivos em regiões de clima quente e seco.

## **6 BASES FISIOLÓGICAS DA ADAPTAÇÃO AO SEMIÁRIDO**

A adaptação fisiológica ao estresse térmico constitui um dos principais diferenciais da raça Soinga e representa um eixo central para a compreensão de sua aptidão aos ambientes semiáridos. Em regiões caracterizadas por elevadas temperaturas do ar, intensa radiação solar e baixa umidade relativa, a capacidade de manter a homeostase térmica é determinante para a sobrevivência, o bem-estar e o desempenho produtivo dos animais.

Os estudos conduzidos com a raça Soinga evidenciam respostas fisiológicas compatíveis com mecanismos eficientes de termorregulação. Parâmetros como temperatura retal, frequência respiratória e temperatura superficial indicam que os animais apresentam capacidade de dissipação de calor adequada, mesmo quando submetidos a condições ambientais adversas típicas do semiárido brasileiro. Esses resultados sugerem elevada tolerância ao calor e eficiência nos

processos fisiológicos envolvidos na manutenção do equilíbrio térmico (BATISTA, 2022; RODRIGUES et al., 2023; NASCIMENTO et al., 2025b).

A frequência respiratória, frequentemente utilizada como indicador indireto de estresse térmico em ovinos, apresenta valores que refletem ajustes fisiológicos eficientes, sem comprometimento acentuado da homeostase. Da mesma forma, a estabilidade da temperatura corporal observada nos estudos indica que a raça Soinga é capaz de ativar mecanismos adaptativos que minimizam os efeitos negativos da carga térmica ambiental (RODRIGUES et al., 2023; NASCIMENTO et al., 2025b).

Essas respostas fisiológicas favoráveis estão diretamente associadas ao processo de seleção conduzido em ambiente semiárido ao longo da formação da raça, reforçando a coerência entre os objetivos iniciais de desenvolvimento genético e os resultados observados experimentalmente. Assim, as evidências disponíveis confirmam que a adaptação fisiológica da Soinga constitui um atributo-chave para sua utilização em sistemas produtivos expostos ao estresse térmico.

## **7 ÍNDICES BIOCLIMATOLÓGICOS E TOLERÂNCIA AO CALOR**

A utilização de índices bioclimatológicos representa uma ferramenta fundamental para a avaliação objetiva do conforto térmico e da adaptabilidade de animais de produção em ambientes quentes. No caso da raça Soinga, diversos estudos empregaram índices como o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e outros indicadores de carga térmica ambiental, permitindo uma análise integrada das condições climáticas e das respostas dos animais.

Os resultados obtidos indicam que a raça Soinga mantém respostas fisiológicas estáveis mesmo sob valores elevados desses índices, frequentemente classificados como indicativos de desconforto térmico para raças menos adaptadas. Essa capacidade de manter o equilíbrio fisiológico em condições adversas reforça a elevada tolerância ao calor da raça e sua adequação aos ambientes semiáridos (NASCIMENTO et al., 2025b).

Estudos comparativos com outras raças ovinas adaptadas ao semiárido brasileiro evidenciam que a Soinga apresenta desempenho fisiológico semelhante ou superior em termos de tolerância ao estresse térmico, destacando-se como um genótipo competitivo em sistemas de produção expostos a elevadas cargas térmicas (FERNANDES et al., 2025; NASCIMENTO et al., 2025a). Esses

achados reforçam a relevância dos índices bioclimatológicos como instrumentos para a validação científica da adaptabilidade da raça.

Portanto, a análise dos índices bioclimatológicos confirma que a raça Soinga possui elevada capacidade de tolerância ao calor, corroborando os resultados observados nos parâmetros fisiológicos e fortalecendo as evidências de sua adaptação ao semiárido brasileiro.

## **8 DESEMPENHO PRODUTIVO E APTIDÃO ZOOTÉCNICA**

Além da adaptação fisiológica, o desempenho produtivo constitui um aspecto essencial para a viabilidade da utilização da raça Soinga em sistemas de produção no semiárido. Os estudos disponíveis indicam que a raça apresenta desempenho produtivo compatível com sistemas extensivos e semi-intensivos, característicos das regiões semiáridas, nos quais a eficiência funcional e a rusticidade são fatores determinantes.

A raça Soinga apresenta atributos zootécnicos relevantes, como precocidade, rusticidade e boa capacidade de aproveitamento dos recursos alimentares disponíveis, mesmo em condições de restrição nutricional sazonal. Esses atributos contribuem para a manutenção do ganho de peso e do desempenho produtivo em ambientes com variabilidade climática acentuada.

No que se refere à produção de carne, os estudos indicam que a Soinga apresenta características de carcaça compatíveis com as exigências dos sistemas produtivos regionais, associando adaptação climática a desempenho zootécnico satisfatório. A relação entre adaptação ao estresse térmico e eficiência produtiva evidencia que a tolerância ao calor contribui diretamente para a redução das perdas produtivas em ambientes adversos (BATISTA, 2022).

Assim, a aptidão zootécnica da raça Soinga reforça seu potencial como alternativa viável e estratégica para produtores do semiárido, especialmente em contextos nos quais a sustentabilidade produtiva depende da utilização de genótipos adaptados ao ambiente local.

## **9 IMPORTÂNCIA DA RAÇA SOINGA PARA A OVINOCULTURA SUSTENTÁVEL**

A consolidação da raça Soinga assume relevância estratégica no contexto da ovinocultura sustentável no semiárido brasileiro, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela intensificação dos eventos extremos. A utilização de genótipos adaptados ao

ambiente local contribui para a redução da dependência de tecnologias mitigadoras de alto custo e para o aumento da resiliência dos sistemas produtivos.

A raça Soinga representa um recurso genético nacional desenvolvido a partir de condições ambientais reais do semiárido, integrando ciência, prática produtiva e reconhecimento institucional. Sua inserção nos sistemas de produção favorece a sustentabilidade ambiental, ao permitir melhor uso dos recursos naturais, e a sustentabilidade econômica, ao reduzir riscos produtivos associados ao estresse térmico.

Além disso, a valorização da Soinga contribui para a conservação da diversidade genética animal e para o fortalecimento da pesquisa científica aplicada às condições tropicais. A integração entre produtores, instituições de pesquisa e entidades de classe, como a ARCO, cria um ambiente favorável à difusão responsável da raça e ao avanço contínuo do conhecimento científico (ARCO, 2025).

Dessa forma, a raça Soinga representa não apenas um recurso genético adaptado às condições do semiárido brasileiro, mas também um modelo de integração entre seleção genética, pesquisa científica e desenvolvimento sustentável, contribuindo para a construção de sistemas produtivos mais resilientes frente aos desafios climáticos atuais e futuros.

## **10 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS DE PESQUISA**

A revisão de literatura evidencia que a raça ovina Soinga reúne um conjunto consistente de atributos fisiológicos, morfológicos e produtivos que sustentam sua adaptação ao semiárido brasileiro. As evidências científicas disponíveis demonstram elevada tolerância ao estresse térmico, eficiência nos mecanismos de termorregulação e desempenho produtivo compatível com sistemas de produção desenvolvidos em ambientes quentes e secos.

O reconhecimento oficial da Soinga como a raça ovina brasileira de número 32, sob a supervisão da ARCO, aliado ao conjunto de pesquisas científicas desenvolvidas ao longo de sua formação, consolida sua relevância como recurso genético estratégico para a ovinocultura nacional. Esse processo reflete a importância da integração entre ciência, institucionalidade e prática produtiva.

Apesar dos avanços já alcançados, persistem lacunas científicas que demandam aprofundamento, especialmente nas áreas de reprodução, genética, avaliação produtiva de longo

prazo e desempenho em diferentes sistemas de manejo. A ampliação dessas pesquisas é fundamental para fortalecer a base científica da raça e ampliar sua utilização de forma sustentável.

Conclui-se que a raça Soinga apresenta elevado potencial para contribuir com o desenvolvimento da ovinocultura sustentável no semiárido brasileiro, constituindo uma alternativa adaptada às condições ambientais atuais, especialmente em um cenário de intensificação das mudanças climáticas.

Além disso, a trajetória de formação, validação científica e reconhecimento institucional da Soinga demonstra o potencial da pesquisa brasileira na geração de recursos genéticos adaptados às condições tropicais, reforçando a importância da continuidade dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação voltados à produção animal no semiárido.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pelo suporte institucional às atividades de ensino, pesquisa e extensão, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa científica, e ao Grupo de Pesquisa “Estudo da adaptação de animais de produção nas regiões tropicais”, certificado pelo CNPq, pelo ambiente acadêmico que tem sustentado os estudos sobre a raça ovina Soinga. Agradecem, ainda, às instituições de ensino parceiras (IFCE e UFCA), aos colegas professores parceiros, às associações de criadores de ovinos, aos criadores parceiros, bem como a todos os alunos e técnicos envolvidos nessa linha de pesquisa, cuja colaboração foi fundamental para o desenvolvimento e a consolidação das investigações realizadas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS (ARCO). **Padrão racial da raça ovina Soinga**. Bagé, RS: ARCO, 2025. Disponível em: <https://www.arcoovinos.com.br/PadraoRacial/Details/41>. Acesso em: 16 dez. 2025.

BATISTA, L. F. **Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga no semiárido brasileiro**. 2022. 86 f. Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2022.

CAPRIL VIRTUAL. **Raça de ovinos Soinga é reconhecida oficialmente na Festa do Boi**. Rio Grande do Norte, 10 out. 2014. Disponível em:

<http://www.caprilvirtual.com.br/noticias3p.php?recordID=6757>. Acesso em: 17 dez. 2025.

FERNANDES, D. L. et al. Índices de adaptabilidade e produtividade de ovinos da raça Soinga no Cariri Cearense. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 4, p. 1–16, 2025.

MASCARENHAS, N. M. H.; FURTADO, D. A.; FONSÊCA, V. F. C.; SOUZA, B. B. et al. Thermal stress index for native sheep. **Journal of Thermal Biology**, v. 115, p. 103607, 2023. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2023.103607.

MEDEIROS, F. F.; SOUZA, B. B.; NASCIMENTO, F. S.; RODRIGUES, G. Q. et al. Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido. **Revista COOPEX**, v. 14, n. 01, p. 779–788, 2023.

NASCIMENTO, F. S.; SOUZA, B. B.; VAZ, A. F. M.; MEDEIROS, F. F. et al. Avaliação da tolerância ao calor de ovinos do grupo genético Soinga em comparação à raça Santa Inês. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 5, p. 01–23, 2025a. DOI: 10.55905/oelv23n5-015.

NASCIMENTO, F. S.; SOUZA, B. B.; VAZ, A. F. M.; MEDEIROS, F. F. et al. Respostas fisiológicas e hematológicas de ovinos Soinga e Santa Inês sobre estresse térmico. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 5, p. 01–24, 2025b. DOI: 10.55905/oelv23n5-036

RODRIGUES, G. Q.; SOUZA, B. B.; LIMEIRA, M. Q. R.; BATISTA, L. F. et al. Parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas do ano. **Revista COOPEX**, v. 14, n. 01, p. 1566–1577, 2023. DOI: 10.61223/coopex.v14i2.238.

SOUZA, B. B.; BENÍCIO, T. M. A. Raça ovina Soinga: evidências científicas de adaptação ao semiárido brasileiro. **Revista Científica Semiárido Acadêmico**, v. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.65338/rcsa.v1.2025.a02>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente coletânea consolida o conhecimento científico produzido sobre a raça ovina Soinga, reunindo resultados de pesquisas que abordam sua origem, caracterização racial, adaptabilidade, respostas fisiológicas, desempenho produtivo, aspectos reprodutivos e potencial de utilização nos sistemas de produção do semiárido brasileiro. Ao integrar estudos experimentais, revisões e avaliações de campo em um único volume, esta obra representa um importante marco para a divulgação das evidências científicas disponíveis sobre essa raça.

Os resultados apresentados demonstram que a raça Soinga reúne características de rusticidade, elevada capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas do semiárido, resistência ao estresse térmico e potencial produtivo compatível com os sistemas de criação da região. As pesquisas evidenciam mecanismos fisiológicos eficientes de termorregulação, reforçando sua importância como recurso genético estratégico para uma ovinocultura mais resiliente e sustentável.

Esta coletânea fortalece as bases científicas para a valorização, conservação e difusão da raça, oferecendo subsídios para pesquisadores, estudantes, técnicos, extensionistas, criadores e instituições ligadas à produção animal. Além disso, contribui para programas de melhoramento genético, conservação de recursos genéticos e formulação de políticas voltadas ao fortalecimento da ovinocultura.

Embora importantes avanços tenham sido alcançados, novas pesquisas envolvendo genômica, reprodução, nutrição, qualidade da carne, eficiência alimentar, termografia infravermelha, inteligência artificial e os impactos das mudanças climáticas contribuirão para ampliar o conhecimento e consolidar a raça Soinga como um dos principais recursos genéticos adaptados ao semiárido brasileiro.

Por fim, este Volume 5 consolida uma linha de pesquisa desenvolvida pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em parceria com diferentes instituições brasileiras, reafirmando o compromisso da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) com a publicação científica em acesso aberto e a disseminação do conhecimento. Espera-se que esta obra estimule novas pesquisas, fortaleça a formação de recursos humanos e contribua para a valorização da raça ovina Soinga como importante patrimônio genético do semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS ORIGINAIS

As referências apresentadas a seguir correspondem aos artigos científicos originais que serviram de base para a elaboração dos capítulos desta coletânea. Os manuscritos foram previamente publicados em periódicos científicos e, posteriormente, revisados, atualizados e adaptados para o formato de capítulo, preservando a essência dos estudos originais. Esse procedimento foi realizado em conformidade com as diretrizes ético-editoriais da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA), assegurando a rastreabilidade das publicações, a transparência editorial e a integridade científica das informações apresentadas.

FERNANDES, D. L. *et al.* Avaliação das respostas fisiológicas e adaptativas de ovelhas Soinga criadas no Cariri Cearense. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1-22, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n4-184>.

FERNANDES, D. L. *et al.* Índices de adaptabilidade e produtividade de ovinos da raça Soinga no Cariri Cearense. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1-16, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n4-180>

MEDEIROS, F. F. *et al.* Ovino Soinga: origem, características raciais e adaptação ao semiárido. **Revista COOPEX**, Patos, v. 14, n. 1, p. 779-788, 2023.

NASCIMENTO, F. S. *et al.* Avaliação da tolerância ao calor de ovinos do grupo genético Soinga em comparação à raça Santa Inês. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 5, p. 1-23, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n5-015>

NASCIMENTO, F. S. *et al.* Respostas fisiológicas e hematológicas de ovinos Soinga e Santa Inês sobre estresse térmico. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 5, p. 1-24, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n5-036>

RODRIGUES, G. Q. *et al.* Parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas do ano. **Revista COOPEX**, Patos, v. 14, n. 1, p. 1566-1577, 2023.

SILVA, M. R. da *et al.* Efeitos do estresse térmico induzido sobre os parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hormonais de ovinos nativos de diferentes genótipos em câmara climática. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1-32, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n4-126>

SILVA, M. R. da *et al.* Parâmetros fisiológicos e temperaturas superficiais de ovinos de diferentes genótipos submetidos a estresse térmico em câmara climática. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 5, p. 1-25, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n5-016>

SOUZA, B. B. *et al.* Raça ovina Soinga: evidências científicas de adaptação ao semiárido brasileiro. **Revista Científica Semiárido Acadêmico**, Patos, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.65338/rcsa.v1.2025.a02>

## **Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro**

### **Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5**

A coleção Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro consolida-se como uma das mais abrangentes iniciativas editoriais dedicadas à Bioclimatologia, ao Bem-Estar Animal e à Produção Animal no semiárido brasileiro. Ao reunir resultados de pesquisas desenvolvidas por uma ampla rede de pesquisadores de diferentes instituições, a coleção contribui para o avanço do conhecimento científico, da inovação e da formação de recursos humanos nas Ciências Agrárias.

O Volume 5, dedicado à raça ovina Soinga, representa um importante marco dessa trajetória, reunindo, em uma única obra, evidências científicas sobre sua origem, caracterização racial, adaptação ao ambiente semiárido, respostas fisiológicas, desempenho produtivo e potencial para os sistemas de produção de ovinos em regiões tropicais.

A Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) reafirma, por meio desta publicação, seu compromisso com a excelência editorial, a ciência em acesso aberto e a ampla disseminação do conhecimento científico produzido no Brasil.

**Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA**

**Patos – Paraíba – Brasil**

**2026**

**ISBN: 978-65-01-99704-9**

