



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

RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES SANGUÍNEOS DE OVINOS
NATIVOS MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

**CAMPINA GRANDE - PB
DEZEMBRO - 2022**

RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES SANGUÍNEOS DE OVINOS
NATIVOS MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola, na Área de Construções Rurais e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

**CAMPINA GRANDE - PB
DEZEMBRO - 2022**

R696v Rodrigues, Raimundo Calixto Martins.

Variáveis fisiológicas e componentes sanguíneos de ovinos nativos mantidos em ambiente controlado / Raimundo Calixto Martins Rodrigues. – Campina Grande, 2023.

83 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado”

Referências.

1. Bioclimatologia. 2. Adaptabilidade. 3. Ambiência. 4. Hormônio.
5. Conforto Térmico. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CDU 551.586(043)



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

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES
SANGUÍNEOS DE OVINOS NATIVOS
MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO

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

Aprovada em: 06/12/2022

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

José Pinheiro Lopes Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFMG

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

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

Jordânio Inácio Marques - Examinador(a) Externo(a) - UFMA



Documento assinado eletronicamente por **Jordânio Inácio Marques, Usuário Externo**, em 07/12/2022, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE PINHEIRO LOPES NETO, COORDENADOR(A) ADMINISTRATIVO(A)**, em 07/12/2022, às 11:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **DERMEVAL ARAUJO FURTADO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 07/12/2022, às 11:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 07/12/2022, às 11:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Neila Lidiany Ribeiro, Usuário Externo**, em 07/12/2022, às 13:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2971310** e o código CRC **SCA789A0**.



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

REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

ATA DE DEFESA DE TESE PARA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, REALIZADA EM 06 DE DEZEMBRO DE 2022.

CANDIDATO(A): **RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES**

COMISSÃO EXAMINADORA: Dermeval Araújo Furtado - Orientador(a) - PPGEA/CTR/UFMG; José Pinheiro Lopes Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTR/UFMG; Jose Wallace Barbosa do Nascimento - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTR/UFMG; Neila Lidiany Ribeiro - Examinador(a) Externo(a) - INSA; e Jordânio Inácio Marques - Examinador(a) Externo(a) - UFMA (PORTARIA PPGEA - DT 27/2022)

TÍTULO: VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E COMPONENTES SANGUÍNEOS DE OVINOS NATIVOS MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Construções Rurais e Ambiência

LOCAL: Por Videoconferência (plataforma Google Meet)

HORÁRIO: 8h30

Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, o(a) candidato(a) foi arguido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua Tese, sendo **APROVADO(A)**, com modificações no texto, de acordo com as exigências da Comissão Examinadora, que deverão ser cumpridas no prazo máximo de 30 (trinta) dias. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, assinada pelo(a) coordenador(a) do PPGEA e demais membros da Comissão Examinadora presentes. Campina Grande/PB, 06 de dezembro de 2022.

Josivanda Palmeira Gomes - Coordenadora do PPGEA

Dermeval Araújo Furtado - Orientador(a) - PPGEA/CTR/UFMG

José Pinheiro Lopes Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTR/UFMG

Jose Wallace Barbosa do Nascimento - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTR/UFMG

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

Jordânio Inácio Marques - Examinador(a) Externo(a) - UFMA

Raimundo Calixto Martins Rodrigues - Discente

1. Segue a presente Ata de Defesa de Tese do(a) candidato(a) **RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES**, assinada eletronicamente pela Comissão Examinadora acima identificada.

DEZEMBRO DE 2022



Documento assinado eletronicamente por **JOSIVANDA PALMEIRA GOMES, COORDENADOR(A)**, em 07/12/2022, às 10:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jordânio Inácio Marques, Usuário Externo**, em 07/12/2022, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE PINHEIRO LOPES NETO, COORDENADOR(A) ADMINISTRATIVO(A)**, em 07/12/2022, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **DERMEVAL ARAUJO FURTADO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 07/12/2022, às 11:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 07/12/2022, às 11:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Calixto Martins Calixto Rodrigues, Usuário Externo**, em 07/12/2022, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Neila Lidiany Ribeiro, Usuário Externo**, em 07/12/2022, às 13:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2971257** e o código CRC **FD14B9C1**.

DEDICATÓRIA

*Dedico à minha mãe, Verônica Martins
Rodrigues, pelo carinho e compreensão.
Essa mulher guerreira é sempre a minha
maior fonte de inspiração.*

AGRADECIMENTOS

À Deus que, em sua infinita bondade, iluminou meu caminho e fez-me capaz de realizar essa tão sonhada conquista.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao meu companheiro de vida, Carlos Alberto Ricci Piorski, por estar junto nos momentos mais complicados, e por compreender minha ausência por ocasião do doutorado.

Aos amigos da Pós e os campinenses, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Aos professores pelas correções e ensinamentos os quais me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. Em especial ao Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado, por sua orientação e paciência.

A todos os alunos da minha turma pelo ambiente amistoso no qual convivemos e solidificamos os nossos conhecimentos.

À Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade do estudo. Todos os agradecimentos possíveis ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia de Engenharia Agrícola, por ter me dado oportunidade de crescimento em minha formação pessoal.

À Universidade Estadual do Maranhão pela oportunidade que me proporcionou em conceder o afastamento para realização do curso.

Ao estado da Paraíba por toda a acolhida, e entretenimento.

Meus sinceros agradecimentos

EPÍGRAFE

"É ótimo celebrar o sucesso, mas mais importante ainda é assimilar as lições trazidas pelos erros que cometemos". Bill Gates

SUMÁRIO

Capítulo 1.....	17
Variáveis fisiológicas e bioquímicas sanguíneas de ovinos submetidos ao estresse térmico – revisão.....	17
Introdução.....	18
Variáveis fisiológicas.....	19
Variáveis bioquímicas sanguíneas.....	23
<i>Hormônios</i>	28
<i>Tireoideanos</i>	28
<i>Cortisol</i>	29
Considerações finais.....	30
Referências.....	31
Capítulo 2.....	39
Variáveis fisiológicas de ovinos adaptados e mantidos em temperaturas termoneutras e em estresse térmico.....	39
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	42
<i>Localização</i>	42
<i>Animais e alojamento</i>	42
<i>Delineamento experimental</i>	43
<i>Procedimentos experimentais</i>	44
<i>Coleta de dados</i>	44
<i>Variáveis ambientais</i>	44
<i>Variáveis fisiológicas</i>	45
<i>Análise estatística</i>	46
Resultados.....	46
Discussão.....	48
Conclusão.....	51
Referências.....	51
Capítulo 3.....	58
Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas sanguíneas de ovinos nativos submetidos a diferentes condições ambientais.....	58
Introdução.....	60
Material e Métodos.....	61
Resultados e Discussão.....	64
Conclusão.....	72
Referências.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Temperatura do ar (TA) e parâmetros fisiológicos de ovinos nativos, exótico e cruzamentos	20
Tabela 2. Variáveis bioquímicas sanguíneas de ovinos	26
Tabela 3. Valores de referência para as variáveis bioquímicas sanguíneas	27
Tabela 4. Médias da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura superficial (TS), temperatura da pele (TP), gradiente entre a TSTR, TPTR, coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e índice de tolerância ao calor (CTC) dos ovinos nas diferentes temperaturas	57
Tabela 5. Parâmetros bioquímicos sanguíneos e hormonais de ovinos nativos submetidos a diferentes temperaturas	78
Tabela 6. Parâmetros hematológicos sanguíneos de ovinos nativos submetidos a diferentes temperaturas	79
Tabela 7. Correlação de Pearson entre as variáveis bioquímicas sanguíneas, hormonais e hematológicas de ovinos de diferentes raças	80
Tabela 8. Distância de Mahalanobis entre as raças estudadas	81
Tabela 9. Distância de Mahalanobis entre as temperaturas avaliadas	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Respostas dos animais aos estressores ambientais. Fonte: Hahn (1993).	21
Figura 2. Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos.	43
Figura 3. Variáveis climáticas em função dos tratamentos.	56
Figura 4. Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos.	61
Figura 5. Variáveis climáticas em função dos tratamentos.	77
Figura 6. Gráfico bidimensional da distribuição das raças.	81

Variáveis fisiológicas e componentes sanguíneos de ovinos nativos mantidos em ambiente controlado. Raimundo Calixto Martins Rodrigues. 2022. Orientador: Dr. Dermeval Araújo Furtado.

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi determinar o comportamento fisiológico, bioquímico e sanguíneo de ovinos mantidos em conforto e estresse térmico por meio das avaliações fisiológicas, perfis hormonais, bioquímicos, em que os animais foram mantidos em temperaturas de 20, 24, 28, 32 e 36°C em ambiente controlado (câmara climática) e umidade relativa do ar de 60. Foram utilizados seis caprinos machos de cada raça (Santa Inês, Morada Nova, sem padrão racial definido -SRD e Soinga), com idade média de cinco meses e peso médio de 18,5 2,9 ± kg, confinados e recebendo alimento e água *ad libitum*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com três raças/grupo genético, quatro temperaturas e seis repetições. Os animais foram expostos a cada temperatura por 15 dias consecutivos, sendo 10 dias de adaptação e 5 dias de coleta de dados. Entre cada tratamento, os animais ficaram ao ar livre (câmara climática aberta) por cinco dias para eliminar o efeito residual. Foram registrados os dados climatológicos, variáveis fisiológicas (movimento respiratório e cardíaco, temperatura retal e superficial), variáveis bioquímicas e hormonais (cortisol, T3 e T4) dos animais. Com estes dados foi possível, por meio de equações matemáticas, realizar a comparação entre as raças, temperaturas e determinar a zona de conforto térmico para os ovinos. Os grupos apresentaram-se semelhantes ao nível de adaptação, mesmo a Morada Nova apresentando baixo valor para temperatura retal e frequência cardíaca, sendo que mudaram bruscamente considerando as temperaturas avaliadas e a partir dos 28°C as variáveis modificam para mais ou menos no intuito de adaptação. Os resultados deste estudo são importantes como referência para análise clínica dos parâmetros hematológicos de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, uma vez que na maioria das vezes, são utilizados como referência dados obtidos de ovinos exóticos de clima temperado com características zootécnicas bem diferenciadas das raças deslanadas.

Palavras chave: adaptabilidade, ambiência, hormônio, conforto térmico.

Physiological variables and blood components of native sheep kept in a controlled environment. Raimundo Calixto Martins Rodrigues. 2022. Adviser: Dr. Dermeval Araújo Furtado.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the physiological, biochemical and blood behavior of sheep kept in comfort and thermal stress through physiological evaluations, hormonal and biochemical profiles, where the animals were kept at temperatures of 20, 24, 28, 32 and 36°C in a controlled environment (climatic chamber) and relative humidity of 60. Six male goats of each breed (Santa Inês, Morada Nova, No racial pattern defined -SRD and Soinga) were used, with an average age of five months and average weight of 18.5 2.9± kg, confined and receiving food and water ad libitum. The experimental design used will be completely randomized (DIC), with three breeds/genetic group, four temperatures and six replications. The animals were exposed to each temperature for 15 consecutive days, with 10 days of adaptation and 5 days of data collection. Between each treatment, the animals were kept outdoors (open climatic chamber) for five days to eliminate the residual effect. Climatological data, physiological variables (respiratory and cardiac movements, rectal and surface temperature), biochemical and hormonal variables (cortisol, T3 and T4) of the animals were recorded. With these data, it was possible, through mathematical equations, to compare breeds, temperatures and determine the thermal comfort zone for sheep. The groups were similar in terms of adaptation level, even though the new address had a low value for rectal temperature and heart rate, and they changed abruptly considering the evaluated temperatures and from 28°C onwards, the variables change to more or less in order to adaptation. The results of this study are important as a reference for the clinical analysis of the hematological parameters of hair sheep from Northeast Brazil, since, in most cases, data obtained from exotic sheep from temperate climates with zootechnical characteristics well differentiated from the breeds are used as a reference hairless.

Keywords: adaptability, ambience, hormone, thermal comfort.

Capítulo 1

Variáveis fisiológicas e bioquímicas sanguíneas de ovinos submetidos ao estresse térmico – revisão

Introdução

A criação de pequenos ruminantes, como a ovinocultura está em constante evolução, dos quais os ovinos possuem capacidade de adaptar-se às variadas condições climáticas, assim sua capacidade adaptativa permite a criação dos ovinos e caprinos em diferentes sistemas de produções (SANTOS et al., 2021). Existem raças provenientes de cruzamentos aleatórios, em que permaneceram sob seleção natural em determinados ambientes, adquirindo assim características específicas de adaptação aqueles ambientes, essas raças são crioulas, locais ou nativas (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011; DANTAS et al., 2015).

A preocupação com o conforto térmico dos animais é justificável, não somente em países de zonas tropicais, mas também para as zonas temperadas, já que o aumento das temperaturas ambientes, em razão das mudanças climáticas do planeta, estão se tornando problemas (NARDONE et al., 2010). Estímulos nutricionais, químicos, psicológicos ou térmicos podem perturbar a homeostase dos animais, acarretando estresse, sendo que o estresse por calor requer mais atenção, considerando que as variações da temperatura ambiente é um dos principais efeitos de queda na produção animal (LEITE et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018).

As mudanças climáticas das últimas duas décadas têm intensificado as pesquisas com o bem-estar animal como objeto de estudo, a fim de minimizar as perdas econômicas decorrentes dos efeitos do clima sobre a produção animal em regiões áridas e semiáridas (SOUZA et al., 2012) e atender a uma demanda do mercado consumidor, mercado esse que se tornou cada vez mais exigente na compra do produto levando em conta não somente a qualidade, mas também o bem-estar dos animais (NEFF et al., 2018).

A interação entre os animais e o meio ambiente e a capacidade de cada espécie e raça para se adaptar são características essenciais porque, com base nelas, são tomadas decisões sobre o melhor sistema de criação e a melhor estratégia de gestão a serem adotadas para aumentar a produção dos animais (MIRKENA et al., 2010). A descrição do ambiente de produção é importante, pois cada raça possui características distintas de adaptabilidade, sendo que as alterações nas funções biológicas dos animais devido à exposição ao estresse calórico incluem respostas fisiológicas, hormonais, hematológicas e bioquímicas (BERNABUCCI et al., 2010). Objetivou-se com esta revisão explicar os aspectos fisiológicos, bioquímicos sanguíneos e hormonais em ovinos mantidos em ambiente de conforto e estresse térmico.

Variáveis fisiológicas

A zona de conforto térmico (ZCT) recomendada para ovinos se encontra na faixa de temperatura do ar entre 15 a 30°C e umidade relativa do ar entre 50 a 70% (BAÊTA & SOUZA, 2010; EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011), com velocidade do vento entre 1,3 e 1,9 m s⁻¹ (McDOWELL, 1989), sendo que ovinos mantidos acima ou abaixo da ZCT utilizam mecanismos termorregulatórios para manutenção térmica e, estes animais demonstram boa capacidade de tolerância ao calor em ambiente com valores de temperatura e umidade relativa do ar elevados ou baixas, como ocorrem na região semiárida no período diurno (RIBEIRO et al., 2018).

As variáveis fisiológicas frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura superficial podem mudar de acordo com a estação do ano, idade, sexo, horário do dia, estágio fisiológico, exercício, consumo de água, ingestão de alimentos e digestão (LIMA et al., 2010; FURTADO et al., 2017; BORGES et al., 2018; LINS et al., 2020; PULIDO-RODRIGUEZ et al., 2021; SILVA et al., 2021).

Geralmente, o estresse térmico afeta negativamente o desempenho, acarretando aumento da temperatura corporal, frequências respiratória e cardíaca, redução da ingestão de alimentos, e altera as funções endócrinas (ALAM et al., 2011; INDU et al., 2015). Todos esses efeitos indicam claramente que o estresse térmico é um importante fator limitante para o bem-estar animal e para a produção de ovinos (HYDER et al., 2017).

Pesquisas em regiões áridas e semiáridas sobre a capacidade de tolerância ao calor em pequenos ruminantes relatam temperaturas do ar acima da temperatura crítica superior, sendo de 35°C, como Ribeiro et al. (2018) trabalhando com cabras nativas azul em temperatura do ar de 43.5°C no período da tarde, também apontam que em ITGU no período da tarde de 101,3 os caprinos mostraram-se em situações confortáveis (DANTAS et al., 2015; PIRES et al., 2015; NOBRE et al., 2016; FURTADO et al., 2017; RIBEIRO et al., 2018) demonstrando a capacidade adaptativa dos pequenos ruminantes às regiões áridas e semiáridas.

Entre as variáveis fisiológicas avaliadas em estudos de adaptabilidade em pequenos ruminantes estão a temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura de superfície (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura do ar (TA) e parâmetros fisiológicos de ovinos nativos, exótico e cruzamentos

Ovinos	TA (°C)	TR (°C)	FR (mov min ⁻¹)	FC (bat min ⁻¹)	TS (°C)	Referência
<i>Nativos</i>						
Santa Inês	35,85	38,82	45,12	124,99	-	Furtado et al. (2017)
SPRD	29,55	39,42	72,25	-	-	Borges et al. (2018)
Morada Nova	26,00	38,53	29,46	99,68	28,12	Leite et al. (2019)
Morada Nova	32,00	38,65	45,57	89,48	32,34	Leite et al. (2019)
Santa Inês	28,62	38,72	50,66	-	35,68	Lins et al. (2020)
SPRD	-	38,99	88,76	120,99	33,18	Silva et al. (2021)
Santa Inês	25,45	38,59	73,43	-	-	Pulido-Rodriguez et al. (2021)
<i>Exóticos</i>						
Dorper	28,62	38,65	52,65	-	35,49	Lins et al. (2020)
White Dorper	28,62	38,66	48,43	-	36,24	Lins et al. (2020)
<i>Cruzamentos</i>						
Dorper x Santa Inês	-	38,33	58,10	69,33	-	Oliveira et al. (2020)
Dorper x Santa Inês	25,45	38,86	59,00	-	-	Pulido-Rodriguez et al. (2021)
White Dorper x Santa Inês	25,45	38,87	72,00	-	-	Pulido-Rodriguez et al. (2021)

Temperatura retal: TR; frequência respiratória: FR; frequência cardíaca: FC; temperatura superficial: TS; SPRD: sem padrão racial definido.

Os ovinos (*Ovis aries*) são animais homeotérmicos, portanto o controle da temperatura corporal é afetado pelo equilíbrio entre ganho e perda de calor com base nas condições da relação animal-ambiente (NOBRE et al., 2016). A maior tolerância ao calor está relacionada a particularidades fisiológicas e adaptabilidade dos animais de criação (HABIBU et al., 2021) e, quanto mais elevada a tolerância ao calor, maior a possibilidade de atingir melhores índices produtivos, uma vez que a manutenção da temperatura corporal fora da zona de conforto térmico exige gasto energético, devido aos efeitos fisiológicos e comportamentais realizados para garantir a sobrevivência do animal (COLLIER, 2019; WANJALA et al., 2022) (Figura 1).

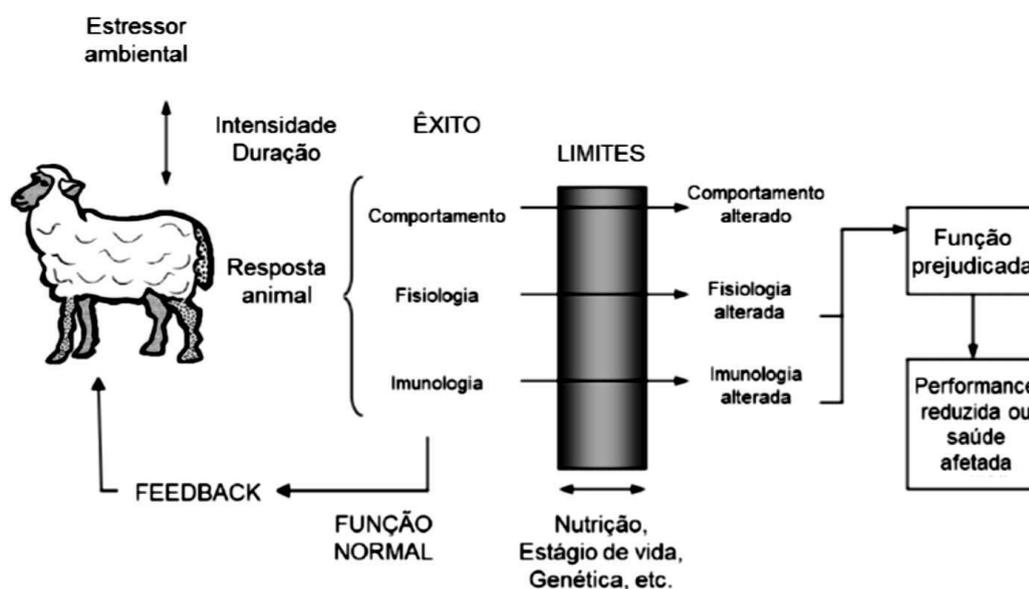


Figura 1. Respostas dos animais aos estressores ambientais. Fonte: Hahn (1993).

A temperatura retal para ovinos pode variar entre 38,33 a 39,42 °C de acordo com autores da Tabela 1 em experimentos realizados na região semiárida do Brasil, e sua elevação implica em acúmulo de calor e, se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se, sendo que a elevação de 1°C na temperatura retal já é suficiente para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos (McDOWELL, 1989; EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011). A temperatura retal, em alguns casos, não é uma variável tão sensível para detectar o estresse térmico, como a frequência respiratória.

Quando ocorre uma elevação na temperatura do ar, os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma latente por meio da sudorese, como elevação da frequência respiratória e sudorese, sendo que ovinos nativos da região semiárida do Brasil apresentam frequência respiratória média de 29 a

88 mov/min de acordo com autores da Tabela 1 que realizaram seus experimentos na região semiárida do Brasil.

O aumento nos movimentos respiratórios após a temperatura do ar de 35 °C em ovinos, demonstra que este mecanismo pode ser a principal forma de dissipar calor em temperaturas extremas, variando de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de troca de calor sensível, pois se estes não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor latente como a sudorese e/ou frequência respiratória para manter a homeotermia (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011; BERBIGIER & CABELLO, 1990).

O aumento da atividade muscular para controlar o aumento simultâneo da frequência respiratória e a redução da resistência vascular periférica promove maior circulação sanguínea para dissipar o calor pela pele, atributos que fazem com que a frequência cardíaca aumente (AL-TAMIMI, 2007). Aumento do pulso aumentará o fluxo de sangue do centro para a periferia do corpo, resultando em maior perda de calor por vias sensíveis (perda por condução, convecção e radiação) e insensíveis (perda de água por difusão da pele) (MARAI et al., 2007). De acordo com os autores da Tabela 1 a frequência cardíaca de ovinos nativos criados na região semiárida do Brasil pode variar de 89 a 124 batimentos/ min.

O fluxo sanguíneo para a pele é variável e modificado conforme necessário para regular a temperatura retal. O redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação do calor por meios sensíveis, reduzindo a temperatura superficial. A eficiência da perda de calor sensível através da pele depende do gradiente de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente. A dissipação de calor por vias insensíveis é utilizada quando o aumento da temperatura superficial é causado pelo redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície do corpo e pela vasodilatação (HABEEB et al., 1992).

Sob condições termicamente confortáveis, a temperatura da superfície é aproximadamente 5 a 6 °C mais baixa que a temperatura do núcleo central e, um estímulo pelo frio leva à vasoconstrição periférica mediada pelo sistema nervoso simpático e a conservação do calor; um estímulo quente conduz à dilatação dos vasos e perda de calor (LEITE et al., 2019). Em ambientes térmicos extremos, a temperatura da superfície pode aproximar-se da temperatura do núcleo central dos animais (PULIDO-RODRIGUEZ et al., 2021). A variação da temperatura da superfície depende de variáveis climáticas e

condições fisiológicas (vascularização e sudorese) e torna-se maior com o aumento da temperatura (RIBEIRO et al., 2018).

Variáveis bioquímicas sanguíneas

Para a correta interpretação do perfil metabólico é indispensável conhecer os valores de referência adequados para a região e população em questão, assim como definir intervalos de referência específicos para animais de diferentes raças e idades em cada espécie animal (KARTHIK et al., 2011). Necessita-se ampliar as pesquisas abordando a determinação de valores de referência para ovinos, levando em consideração os fatores que causam variações nas concentrações metabólicas, como idade, estado fisiológico, e as respostas metabólicas (VARANIS, 2008).

Os lipídios do plasma sanguíneo são compostos por três grupos: colesterol, fosfolipídios e triglicerídeos, sendo que os triglicerídeos são mobilizados como fonte de energia (PAYNE & PAYNE, 1987) quando ocorrem falhas nas necessidades de glicose. Em ambiente de alta temperatura do ar, os níveis de glicose e colesterol no sangue diminuem, indicando a falha na homeostase dos animais (RIBEIRO et al., 2016, RIBEIRO et al., 2018), sendo que a manutenção de níveis estáveis de glicose no sangue é regulada pelo fígado, tecidos extra-hepáticos e hormonas, nomeadamente insulina, glucagon, adrenalina, cortisol e hormônios tireoidianos (SWENSON & REECE, 2006).

Nos ruminantes a manutenção da concentração de glicose plasmática se relaciona à estabilidade glicêmica, visto que os carboidratos da dieta são quase totalmente utilizados no rúmen (GRESSLER et al., 2015) e, alterações fisiológicas como a prenhez também influenciam na concentração sanguínea de glicose, assim como fatores ambientais tal qual o estresse, que por sua vez é capaz de alterar a dinâmica hormonal que regula a gliconeogênese e a utilização celular da glicose (ANGELI, 2014).

O estresse calórico tem maior efeito sobre os níveis de colesterol total, o que pode ser devido ao aumento do uso de ácidos graxos para produção de energia como consequência da redução da concentração de glicose em animais submetidos ao estresse calórico (MUNDIM et al., 2007). De acordo com Silva et al. (2019) os níveis de colesterol plasmático são uma boa ferramenta de avaliação do balanço energético. Nos ruminantes a biossíntese do colesterol acontece principalmente no intestino delgado e no tecido adiposo, a partir do acetil-CoA originado do ácido acético, que é produzido no rúmen através da fermentação da fibra (KANEKO et al., 2008).

Os triglicerídeos são a principal forma de armazenamento de energia no organismo animal, sendo sintetizados em quase todos os tecidos, se destacando no fígado e no tecido adiposo. A biossíntese dos triglicerídeos é feita a partir da glicose circulante e do glicerol, logo suas concentrações se relacionam com as de glicose (ANGELI, 2014).

Em relação às proteínas, em geral, pode haver aumento em animais submetidos a estresse térmico (HELAL et al., 2010; RIBEIRO et al., 2016, RIBEIRO et al., 2018). A concentração de proteínas totais no sangue reflete o status nutricional proteico de maneira muito confiável e, em animais não lactantes uma diminuição dos níveis deste metabólito pode indicar deficiência proteica na dieta (RODRIGUES et al., 2017). Gressler et al. (2015), trabalhando com ovelhas Santa Inês adultas em Mato Grosso do Sul encontraram valores médios de proteína entre 6,62 a 7,01 g dL⁻¹. A albumina é a proteína mais abundante no plasma e seus níveis indicam, por meio de alterações lentas, o aporte proteico da dieta fornecida ao animal. Para que sejam observadas alterações significativas na sua concentração é necessário um período de observação de pelo menos 30 dias (VARANIS, 2018; SILVA et al., 2019). Gouveia et al. (2015) citaram valores médios de 3,13 g dL⁻¹ para albumina em animais sem padrão racial definido com idade média de seis meses.

Cerca de 70% da proteína ingerida é transformada em amônia no rúmen, para ser utilizada como fonte de nitrogênio na síntese de aminoácidos e proteína microbiana, e, a fração da amônia não utilizada no rúmen é absorvida e direcionada ao fígado para ser transformada em ureia, que circula na corrente sanguínea (GRESSLER et al., 2015). Sendo assim, a concentração de ureia plasmática tem relação direta com o aporte proteico e a proporção de proteína degradável no rúmen contida na ração (GONSALVES NETO et al., 2017).

A creatinina é uma substância presente no músculo que está envolvida no metabolismo energético. O catabolismo da creatinina é lento e constante, essa taxa é diretamente proporcional à massa muscular do animal. De fato, há influxo constante de creatinina para o plasma que não é afetado por qualquer mudança na atividade muscular ou lesão muscular (KERR, 2003).

A concentração sanguínea dos metabólitos sofre alterações por influência de vários fatores intrínsecos ao animal e ao ambiente, principalmente da dieta. A adaptação do organismo animal a uma determinada configuração ambiental influencia no funcionamento das vias metabólicas, podendo ocasionar variações nos níveis considerados normais, entretanto não necessariamente essas variações são sinônimos de

doenças ou desordens metabólicas, devendo ser analisadas levando em consideração o ambiente no qual o animal se encontra (FREIJÓ et al., 2014; VARANIS, 2018; SILVA et al., 2020).

Os dados encontrados na literatura nacional corroboram a hipótese de que os valores definidos por Kaneko et al. (2008) não refletem apropriadamente a realidade dos ovinos brasileiros, visto que a maior parte dos dados apresentados se encontraram fora dos intervalos preconizados pelo mesmo (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis bioquímicas sanguíneas de ovinos

Ovinos	Idade (meses)	Proteína total (g dL ⁻¹)	Albumina (g dL ⁻¹)	Globulina (g dL ⁻¹)	Ureia (mg dL ⁻¹)	Creatinina (mg dL ⁻¹)	AST (U L ⁻¹)	GGT (U L ⁻¹)	Colesterol (mg dL ⁻¹)	Triglicérides (mg dL ⁻¹)	Glicose (mg dL ⁻¹)	Magnésio	Referência
Nativos													
Santa Inês	3-6	7,12	-	-	-	0,65	95,16	-	-	-	-	-	Lima et al. (2015)
Santa Inês	7-24	8,26	-	-	-	0,64	98,07	-	-	-	-	-	Lima et al. (2015)
Santa Inês	>24	8,37	-	-	-	0,80	95,77	-	-	-	-	-	Lima et al. (2015)
Santa Inês	73	5,89	2,92	2,97	25,74	1,41	-	43,66	55,01	20,11	78,32	2,46	Libardi et al. (2018)
Santa Inês	3	6,32	2,77	3,55	-	-	-	42,58	51,40	-	-	2,24	Borburema et al. (2012)
Santa Inês	4	7,82	2,77	5,05	62,4	1,36	152,00	55,70	173,00	15,80	112,00	-	Costa et al. (2018)
Morada Nova	8	5,90	3,06	2,88	92,3	0,81	79,61	56,23	-	-	-	-	Soares et al. (2020)
Exóticas													
Dorper	36	-	-	-	36,38	1,07	131,05	75,00	-	-	-	-	Zani et al. (2010)
Dorper	12	5,90	2,80	3,10	52,00	1,20	138,00	93,00	-	-	-	-	Madureira et al. (2013)

Levando em consideração apenas tais valores citados por Kaneko et al. (2008), poderia conduzir o pesquisador a equívocos na interpretação dos resultados, entretanto, após avaliação cuidadosa, os animais foram considerados saudáveis mesmo diferindo do intervalo referencial utilizado, evidenciando assim a necessidade de uma tabela nacional que proporcione maior acurácia na interpretação de dados de perfis metabólicos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de referência para as variáveis bioquímicas sanguíneas

Variáveis	Valores de referência	
	Silva et al. (2020)	Kaneko et al. (2008)
	Nacional	Internacional
Glicose (mg dL ⁻¹)	30-94	50-80
Colesterol (mg dL ⁻¹)	14-126	52-76
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	5-71	9-30
Proteína total (g dL ⁻¹)	3,1-10,7	6-7,9
Ureia (g dL ⁻¹)	10-92	17-43
Albumina (g dL ⁻¹)	1,1-5,2	2,4-3,0
Creatinina (mg dL ⁻¹)	0,4-1,7	1,2-1,9
AST (U L ⁻¹)	41-298	60-280
GGT (U L ⁻¹)	25-146	20-52

Os rebanhos brasileiros possuem diversas particularidades, desde a nutrição, em que é comum a utilização de produtos e subprodutos de ingredientes encontrados apenas em determinadas regiões, a utilização de raças nacionais frutos de cruzamentos não especificados, diferenças de manejo e ambientação, onde os animais se adaptam a clima, temperatura, pluviosidade, características de solo e instalações únicas para cada região (SILVA et al., 2020).

Logo, a avaliação desses rebanhos com base em tabelas internacionais, obtidas a partir de dados de animais criados muitas vezes em sistemas que nem seriam possíveis de se aplicar no Brasil pode não ser adequada, podendo ocasionar diagnósticos e avaliações equivocadas. Isso evidencia uma lacuna de informações de origem nacional que possam ser empregadas na avaliação metabólica de ovinos, possibilitando a proposição de uma tabela de valores de referência que melhor reflita a atual condição dos animais em nosso

país, sendo confeccionada com dados obtidos nas diferentes regiões do país abrangendo as variações encontradas na ovinocultura nacional, e também respeitando as normas propostas para a determinação de tais valores (VARANIS, 2018).

Hormônios

Tireoideanos

A glândula tireoide é um dos órgãos mais sensíveis à variação do calor e seus hormônios (triiodotironina (T4) e tiroxina (T3)) são importantes moduladores de processos metabólicos (TODINI et al., 2007). O nível dos hormônios tireoidianos no sangue pode ser considerado indicador do estado metabólico, nutricional e adaptativo dos animais (HELAL et al., 2010).

Os hormônios da tireoide agem em todos os tecidos do corpo e, seu principal efeito é aumentar a atividade metabólica da maioria dos tecidos, aumentando a taxa de processos vitais, tais como o consumo de O₂ e a produção de calor nas células do corpo. Os efeitos globais são o aumento da taxa de metabolismo basal, disponibilizando mais glicose para as células, estimulando a síntese de proteínas, aumentando o metabolismo lipídico e estimulando as funções cardíacas e neurais (TODINI, 2007). Esses hormônios agem sobre as glândulas endócrinas, aumentando a secreção da maioria delas e das necessidades de hormônios pelos tecidos, como também parecem atuar indiretamente pelo incremento geral na taxa metabólica através do aumento dos efeitos provocados por outros hormônios. Sobre o sistema cardiovascular, há o aumento do fluxo sanguíneo e da frequência cardíaca. No aparelho respiratório, induzem o aumento da frequência respiratória (GRECO & STABENFELD, 1999).

Os hormônios da tireoide são importantes no controle da produção de calor em animais homeotérmicos e, o estresse causado pelo calor faz com que o organismo animal reduza a concentração dos hormônios tireoidianos para diminuir a taxa de calor metabólico. A queda na secreção de tiroxina, sob exposição às altas temperaturas, relaciona-se com a necessidade de diminuição da termogênese, como passo importante para a redução do estresse térmico (COELHO et al., 2008).

Pesquisas realizadas com pequenos ruminantes têm indicado relação inversa entre as concentrações de hormônios tireoidianos e a temperatura do ar. O estresse calórico provoca algumas alterações nas concentrações plasmáticas dos hormônios tireoidianos em mamíferos (STARLING et al., 2005). Uribe-Velasquez et al. (1998), em estudo com

cabras alpinas adultas, não observaram qualquer alteração dos perfis plasmáticos desses hormônios decorrente do estresse calórico. A variação dos valores observados na literatura deve-se principalmente às diferenças dos procedimentos adotados para provocar estresse calórico e a frequência de coleta de amostras de sangue para dosagens hormonais. O tipo de resposta de cada indivíduo frente ao estresse depende não somente da magnitude e frequência do evento estressor, mas também da união de fatores ambientais e genéticos (TEIXEIRA et al., 2008).

Cortisol

Os primeiros hormônios usados para avaliar situações estressantes são os glicocorticoides (cortisol e corticosterona) e as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina). A secreção de glicocorticoides ocorre em resposta endócrina clássica ao estresse (KANNAN et al., 2000). O cortisol, um dos principais glicocorticoides, é produzido principalmente no córtex adrenal, que é regulado pela atividade do eixo hipotálamo-hipofisário-adrenal por meio do hormônio liberador de corticotropina do hipotálamo e do hormônio adrenocorticotrófico da hipófise (TADESSE et al., 2022).

É considerado um importante marcador de estresse e participa de várias funções corporais, incluindo respostas imunes e metabolismo de proteínas, carboidratos e gorduras (BUFFINGTON et al., 1981; PODDER et al., 2022). Os níveis de cortisol aumentam durante a fase inicial do ciclo ativo dos animais, obedecendo ao ritmo circadiano e também durante o estresse. É considerado um dos principais hormônios envolvidos na resposta ao estresse, o qual tem como principal função favorecer o metabolismo proteico para converter a proteína em aminoácidos, apoiando a neoglicogênese (SEJIAN et al., 2010).

Os hormônios secretados a partir do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal têm efeito amplo e duradouro sobre o corpo. Praticamente todas as funções biológicas que são afetadas pelo estresse, incluindo a capacidade imunológica, reprodução, metabolismo e o comportamento, os quais são reguladas por esses hormônios. Essas respostas endócrinas objetivam melhorar a aptidão do indivíduo frente ao estresse (MEIJ & MOL, 2008).

O aumento do cortisol não pode ser visto apenas como uma resposta negativa ao organismo, pois este é essencial à vida e é responsável por vários processos. Também atua amplificando o efeito de outros hormônios no organismo. A liberação mínima de cortisol tem como objetivo manter a homeostase, conservando o equilíbrio interno do organismo, o que varia de indivíduo para indivíduo (SEJIAN et al., 2010). A liberação do

cortisol, como resposta ao estresse, tem ações bem conhecidas sobre o metabolismo de carboidratos. O efeito do cortisol é oposto ao da insulina, produzindo o que é conhecido como resistência à insulina. Esta resistência se dá através da diminuição do efeito supressor que a insulina provoca na produção hepática de glicose (favorecendo a gliconeogênese) e prejudica a entrada de glicose para o interior das células, que é mediada pela insulina.

O efeito do estresse sobre o metabolismo de lipídios é bem mais complexo. O estímulo do sistema nervoso autônomo durante o estresse agudo provoca transformação dos triglicerídeos em ácidos graxos livres e glicerol. Os glicocorticoides interferem no balanço entre ácidos graxos e triglicerídeos, tanto no sentido da lipólise quanto na reesterificação (formação de triglicérides a partir de ácidos graxos). Na recuperação da resposta aguda ao estresse, os níveis elevados de glicocorticoides mantêm-se por mais tempo que os de catecolaminas. Dessa forma, acabam favorecendo a reesterificação com o armazenamento de triglicérides, mecanismos estes que representam uma forma do organismo recompor suas reservas de energia, indicando seu papel adaptativo (ZUARDI, 2013).

A associação entre o estresse térmico e aumento na secreção do cortisol é pouco documentada em ruminantes. Altas temperaturas (fase aguda do estresse térmico) acarretam elevação da concentração sanguínea de cortisol, diminuindo a taxa de produção de calor metabólico (SEJIAN et al., 2010). Kaushish et al. (1987) relataram aumento no nível de cortisol durante o estresse térmico significativo em caprinos, com níveis sanguíneos elevados após estresse térmico agudo, em comparação a animais que vivem em situação de estresse térmico crônico. Em contrapartida, estresse crônico severo pode resultar em períodos de altas concentrações de cortisol, diminuindo a aptidão individual por causar imunossupressão e atrofia dos tecidos de defesa do organismo. Além disso, reduz a energia disponível para o sistema imune, aumentando a suscetibilidade dos animais às doenças infecciosas (AL-BUSAIDI et al., 2008).

Considerações finais

Observa-se que os intervalos de referência de variáveis fisiológicas, bioquímicas sanguíneas e hormonais para ovinos nativos são mais amplas que os valores internacionais comumente utilizados. Dessa forma concluí-se que os valores referência

de literaturas internacionais não são adequados para serem utilizados aos animais nativos da região semiárida do Brasil

Referências

- ALAM, M. M.; HASHEM, M. A.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M.; HAQUE, M. R.; SOBHAN, Z.; ISLAM, M. S. Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. *Progressive Agriculture*, v.22, p.7-45, 2011.
- AL-BUSAIDI, R.; JOHNSON, E. H.; MAHGOUD, O. Seasonal variations of phagocytic response, immunoglobulin G (IgG) and plasma cortisol levels in Dhofari goats. *Small Ruminant Research*, v.79, p.118- 123, 2008.
- AL-TAMIMI, H. J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. *Small Ruminant Research*, v.71, p.280-285, 2007.
- ANGELI, N. C. Metabolismo de lipídeos em ruminantes. In: Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 6p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p.
- BERBIGIER, P.; CABELLO, G. Effect of exposure to full sunshine on temperature regulation of pregnant dwarf goats of Guadeloupe (French West Indies), and on birth weight, T3 and T4 plasma levels of newborn kids. *Journal of Thermal Biology*, v.15, p.109-113, 1990.
- BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L.; RHOADS, R.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, v.4, p.1167-1183, 2010.
- BORBUREMA, J. B.; CEZAR, M. F.; MARQUES, D. D.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; SOUSA, W. H.; FURTADO, D. A.; COSTA, R. G. Efeito do regime alimentar sobre o perfil metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, p.983-990, 2012.
- BORGES, J. O.; SILVA, A. P. V.; CARVALHO, R. A. Conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês confinados com dietas contendo três níveis de inclusão de concentrado. *Boletim de Indústria Animal*, v.75, p.1-7, 2018.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, p.711-714, 1981.

COELHO, L. A.; SASA, A.; BICUDO, S. D.; BALIEIRO, J. C. C. Concentrações plasmáticas de testosterona, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em bodes submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, p.1338-1345, 2008.

COLLIER, R. J.; BAUMGARD, L.H.; ZIMBELMAN, R. B.; XIAO, Y. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation *Animal Frontiers*, v.9, p.12-19, 2019.

COSTA, R. G.; RIBEIRO, N. L.; NOBRE, P. T.; CARVALHO, F. F. R.; MEDEIROS, A. N.; CRUZ, G. R. B.; FREIRE, L. F. S. Biochemical and hormonal parameters of lambs using guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste in the diet. *Tropical Animal Health and Production*, v.50, p.217-221, 2018.

DANTAS, N. L. B.; SOUZA, B. B.; CÉZAR, M. F.; OLIVEIRA, G. J. C.; ARAÚJO, R. P.; NOBRE, I. S.; MEDEIROS, S. F.; ROBERTO, J. V. B. Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, p.397-407, 2015.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; SANTOS, P. E. F.; SILVA, M. W. R.; MURTA, R. M.; CARVALHO, G. G. P.; SOUZA, L. E. B. 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.

FEIJÓ, J. O.; PEZZAROLI, D.; SILVA, L. G. C.; ARAGÃO, R. B.; MARTINS, C. F.; PEREIRA, R. A.; FERREIRA, M. B.; PINO, F. A. B. D.; RABASSA, V. R.; CORRÊA, M. N. Avaliação de parâmetros bioquímicos clínicos de ovelhas do grupo genético pantaneiro gestantes e não gestantes. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.51, p.111-117, 2014.

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, p.72-77, 2017.

GONSALVES NETO, J.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, H. G. O.; ALVES, E. M.; SANTOS, E. D. J.; SILVA, Á. C.; CORRÊA, Y. R. Tipos de ureia e fontes de carboidratos nas dietas de cordeiros: síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio. *Revista Electrónica de Veterinária*, v.18, p.1-15, 2017.

GOUVEIA, L. N. F.; MACIEL, M. V.; SOARES, P. C.; SILVA NETO, I. F.; GONÇALVES, D. N. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, p.5-9, 2015.

GRECO, D.; STABENFELDT, G. H. Glândulas endócrinas e suas funções. In: Cunningham, J. *Tratado de fisiologia veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.324-350. 1999.

GRESSLER, M. A. L.; SOUZA, M. I. L.; SOUZA, A. S.; FILIÚ, W. F. O.; AGUENA, S. M.; FRANCO, G. L. Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas à flushing de curto prazo em região subtropical. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, p.210-222, 2015.

HABEEB, A. A.; MARAI, I. F. M.; KAMAL, T. H. Heat stress. In: PHILIPS, C.; PIGGENS, D. (ed). *Farm Animals and the Environment*. C. A. B. International, p.27-47. 1992.

HABIBU, B.; DZENDA, T.; AYO, J. O.; YAQUB, L. S.; KAWU, M. U. Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. *Livestock Science*, v.214, p.189-201, 2018.

HABIBU, B.; EMMANUEL, M. J.; YAHAYA, A. A.; DZENDA, T.; KAWU, M. U. Adaptive performance of hairy thin-tailed (Yankasa) and woolly fat-tailed (Ossimi) sheep in tropical hot-dry season. *Small Ruminant Research*, v.205, e106541, 2021.

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 & Environmental Science*, v.7, p.60-69, 2010.

HYDER, I.; PASUMARTI, M.; REDDY, P. R.; PRASAD, C. S.; KUMAR, K. A.; SEJIAN, V. Thermotolerance in Domestic Ruminants: A HSP70 Perspective. In: ASEA, A.; KAUR, P. (eds). *Heat Shock Proteins in Veterinary Medicine and Sciences*. Heat Shock Proteins, v.12. Springer, Cham. 2017.

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 Product Science*, v.55, p.766-776, 2015.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6. ed. Academic Press, San Diego, 2008.

KARTHIK, D.; SURESH, J.; REDDY, Y. R.; SHARMA, G.; RAMANA, J.; GANGARAJU, G.; REDDY, P. P. R.; REDDY, Y. P. K.; YASASWINI, D.; ADEGBEYE, M. Adaptive profiles of Nellore sheep with reference to farming system and season: physiological, hemato-biochemical, hormonal, oxidative-enzymatic and reproductive standpoint. *Heliyon*, v.7, e07117, 2021.

KAUSHISH, S. K.; GEORGIE, G. C.; SENGUPTA, B. P. Effect of heat and water restriction on physiological responses of Beetal and Black Bengal goats. *Indian Journal of Animal Science*, v.57, p.461-465, 1987.

KERR, G. M. Exames laboratoriais em Medicina Veterinária. 2.ed. São Paulo: Roca. 2003.

LEITE, P. G.; MARQUES, J. I.; FURTADO, D. A.; LOPES NETO, J. P.; SOUZA, B. B.; NASCIMENTO, J. W. B. Ethology, physiological, and ingestive responses of sheep subjected to different temperatures and salinity levels of water. *International Journal of Biometeorology*, v.63, p.1091-1098, 2019.

LEITE, J. H. G. M.; SILVA, R. G.; SILVA, W. S. T.; SILVA, W. E.; PAIVA, R. D. M.; SOUSA, J. E. R.; ASENSIO, L. A. B.; FAÇANHA, D. A. E. Locally adapted Brazilian ewes with different coat colors maintain homeothermy during the year in an equatorial semiarid environment. *International Journal of Biometeorology*, v.62, p.1635-1644, 2018.

LIBARDI, K. D. C.; COSTA, P. B.; OLIVEIRA, A. A. M. A.; CAVILHÃO, C.; HERMES, P. R.; RAMELLA, J. R. P. 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.

LIMA, C. C. V.; SILVA, D. F. M.; COSTA, J. N.; COSTA NETO, A. O.; SOUZA, T. S. Parâmetros fisiológicos de cordeiros mestiços (1/2 e 3/4 Dorper) do nascimento até os 90 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, p.354-361. 2010.

LIMA, M. B.; MONTEIRO, M. V. B.; JORGE, E. M.; CAMPELLO, C. C.; RODRIGUES, L. F. S.; VIANA, R. B.; MONTEIRO, F. O. B.; COSTA, C. T. C. Intervalos de referência sanguíneos e a influência da idade e sexo sobre parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Santa Inês criados na Amazônia Oriental. *Acta Amazônica*, v.45, p.317-322, 2015.

LINS, R. C.; TAVARES FILHO, G. S.; MASCARENHAS, N. M. H.; CONRADO, M. T. B. N.; SILVA, D. F.; FEITOSA, J. V.; COSTA, A. N. L. Adaptabilidade de reprodutores ovinos criados no semiárido. *Magistra*, v.31, p.692-699, 2020.

MADUREIRA, K. M.; GOMES, V.; BARCELOS, B.; ZANI, B. H.; SCHECAIRA, C. L.; BACCILI, C. C.; BENESI, F. J. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, p.811-816, 2013.

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.

McDOWELL, R. E. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. 1 ed. São Paulo, Ícone. 1989.

MEIJ, B. P.; MOL, J. A. Adrenocortical function. In: Kaneko, J. J.; Harvey, J. W.; Bruss, M. (Ed). *Clinical biochemistry of domestical animals*. Academic Press, v.1, p.605- 622, 2008.

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

MUNDIM, A. V.; COSTA, A. S.; MUNDIM, S. A. P.; GUIMARÃES, E. C.; ESPINDOLA, F. S. Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, p.306-312, 2007.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, v.130, p.57-69, 2010.

NEFF, R. A.; EDWARDS, D.; PALMER, A. Reducing meat consumption in the USA: a nationally representative survey of attitudes and behaviours. *Public Health Nutrition*, v.21, p.1835-1844, 2018.

NOBRE, I. S.; SOUZA, B. B.; MARQUES, B. A. A.; SILVA, A. M. A.; ARAUJO, R. P.; GOMES, T. L. S.; BATISTA, L. F.; SILVA, G. A. 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, p.116-126, 2016.

OLIVEIRA, K. A.; ASSIS, T. S.; SOUSA, L. F.; SIQUEIRA, M. T. S.; SOUZA, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. L. Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de ovinos alimentados com volumoso extrusado contendo diferentes aditivos. *Caderno de Ciências Agrárias*, v.12, p.1-9, 2020.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. *The metabolic profile test*. New York: Oxford University. 1987.

PIRES, J. P. S.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; BATISTA, L. F.; ARAÚJO, L. S.; RODRIGUES, J. L. S. Avaliação da tolerância ao calor de ovinos mestiços ½ Dorper + ½ Santa Inês suplementados com diferentes níveis de ionóforo no semiárido da Paraíba. *Revista Científica de Produção Animal*, v.17, p.30-36, 2015.

PODDER, M.; BERA, S.; NASKAR, S.; SAHU, D.; MUKHERJEE, J.; PATRA, A. K. Physiological, blood-biochemical and behavioural changes of ghongroo pigs in seasonal heat stress of a hot-humid tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, v.66, p.1349-1364, 2022.

PULIDO-RODRÍGUEZ, L. F.; TITTO, C. G.; BRUNI, G. S.; FROGE, G. A.; FULONI, F.; PAYAN-CARRERA, R.; HENRIQUE, F. L.; GERALDO, A. C. A. P. M.; PEREIRA, A. M. F. 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, e106470, 2021.

RIBEIRO, M. N.; RIBEIRO, N. L.; BOZZI, R.; COSTA, R. G. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – A review. *Journal of Applied Animal Research*, v.46, p.1036-1041, 2018.

RIBEIRO, N. L.; 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.

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, p.332–338, 2017.

SANTOS, G. C. L.; CABRAL, A. M. D. Bioclimatic indices, mathematical modeling and statistical indices for the evaluation of models used to estimate animal thermal comfort. *Research, Society and Development*, v.10, e20910313328, 2021.

SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health Production*, v.42, p.1763–1770, 2010.

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.

SILVA, M. S. C.; RODRIGUES, D. S.; TUERLINCKX, S.; SIQUEIRA, C. M. G. Perfil bioquímico de albumina e colesterol em vacas de invernar submetidas a suplementação. In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2019, Santana do Livramento. Anais...Santana do Livramento, 2019.

SILVA, T. G. P.; LOPES, L. A.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; NASCIMENTO, J. C. S.; SILVA NETO, J. F. Respostas fisiológicas de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira. *Medicina Veterinária*, v.15, p.58-63, 2021.

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. *ACSA*, v.8, p.62-66, 2012.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; NEGRÃO, J. A.; MAIA, A. S. C.; BUENO, A. R. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.2064-2073, 2005.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. D. *Fisiologia dos animais domésticos*. 12 ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro: 2006.

TADESSE, D.; PATRA, A. K.; PUCHALA, R.; GOETSCH, A. L. Effects of high heat load conditions on blood constituent concentrations in dorper, katahdin, and st. croix sheep from different regions of the USA. *Animals*, v.12, e2273, 2022.

TEIXEIRA, G. R.; MARTINS, O. A.; FIORUCI, B. A.; MELLO JÚNIOR, W.; PINHEIRO, P. F. F.; KREMEER, R.; MARTINEZ, F. E. Respostas biológicas ao estresse. *Pubvet*, v.42, p.1982-1263, 2008.

TODINI, L.; MALFATTI, A.; VALBONESI, A.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; DEBENEDETTI, A. Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. *Small Ruminant Research*, v.68, p.285-290, 2007.

URIBE-VELÁSQUEZ, L. F.; OBA, E.; BRASIL, L. H. A.; WECHSLER, F. S.; STACCHISSINI, A. V. M. Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tiroídeos, metabólitos lipídicos e temperatura de cabras Pardo-Alpinas submetidas ao estresse térmico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.1123-1130, 1998.

VARANIS, L. F. M. Prospecção de metabólitos sanguíneos referenciais para ovinos em distintas categorias. 88f. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

WANJALA, G.; ASTUTI, P. K.; BAGI, Z.; KICHAMU, N.; STRAUSZ, P.; KUSZA, S. A review on the potential effects of environmental and economic factors on sheep genetic diversity: Consequences of climate change. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v.30, e103505, 2022.

ZANI, B. H.; BARCELOS, B.; MADUREIRA, K. M. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, v.13, p.83-92, 2010.

ZUARDI, A. V. *Fisiologia do Estresse e sua influência na saúde*. 2013. Disponível em: <http://rnp.fmrp.usp.br/~psicmed/doc/Fisiologia%20do%20estresse.pdf>. Acesso em: 17-01-2022.

Variáveis fisiológicas de ovinos adaptados e mantidos em temperaturas termoneutras e em estresse térmico

Resumo: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar as variáveis fisiológicas de ovinos nativos criados em ambiente controlado com diferentes temperaturas. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados dos ecótipos Santa Inês, Morada Nova, sem padrão racial definido -SPRD e Soinga, com idade aproximada de 6 meses e peso médio de 18,5 2,9±kg. As variáveis fisiológicas foram coletadas no turno matutino entre 9 e 9:30 h e no turno vespertino entre 17 e 17 h 30, durante os últimos 5 dias de cada fase experimental, sendo coletadas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) (temperatura do pelo e temperatura da pele, em área tricotomizada do pescoço, costado e glúteo). A TR (P = 0,002) e FC (P = 0,001) apresentaram efeito de interação raça x temperatura significativos. A TR (P = 0,002) e a FC (P < 0001) apresentaram efeito significativo da raça, a TR apresentou maior valor na raça Santa Inês e SRD, sendo estatisticamente semelhante a Soinga, a MN apresentou o menor valor para TR. A TR, FR, FC, TS e TP apresentaram efeito significativo (P<.0001) com relação à temperatura. Todas as variáveis apresentaram maior valor na temperatura de 36°C, sendo que a TR e a FR cresceram de acordo com o aumento da temperatura. A FC apresentou valores baixos em 28 e 32°C e alto nas demais temperaturas. A TS foi maior em 36°C, a segunda maior foi em ordem 20, 32, 24 e 28°C, respectivamente. Os gradientes térmicos TSTR e o TPTR apresentaram diferença significativa (P < 0001) em função da temperatura. Os grupos apresentaram-se semelhantes a nível de adaptação, mesmo a MN apresentando baixo valor para TR e FC, sendo que mudaram bruscamente considerando as temperaturas avaliadas e a partir dos 28°C as variáveis modificam para mais ou menos no intuito de adaptação.

Palavras-chave: estresse térmico, ofego, sudorese, temperatura superficial, zona de conforto térmico.

Introdução

O estresse calórico é um dos principais fatores de desconforto dos animais criados em climas tropicais e, apesar de serem considerados animais rústicos, as ovelhas (*Ovis aries*) são animais homeotérmicos, portanto o controle da temperatura corporal é afetado pelo equilíbrio entre ganho e perda de calor baseado nas condições da relação animal-ambiente (JOY et al., 2020; BAIDA et al., 2021; JOY et al., 2022). A zona de conforto térmico para ovinos é temperatura do ar entre 15 a 30°C e umidade relativa do ar entre 50 a 70% (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011), com velocidade do vento entre 1,3 e 1,9 m s⁻¹ (McDOWELL, 1989).

A maior tolerância ao calor está relacionada às particularidades fisiológicas e adaptabilidade dos rebanhos (HABIBU et al., 2021) e, quanto maior a tolerância ao calor, mais elevada a possibilidade de atingir índices mais produtivo, uma vez que a manutenção da temperatura corporal fora da zona de conforto térmico requer gasto energético, devido aos efeitos fisiológicos e comportamentais realizados para garantir a sobrevivência dos animais (MARQUES et al., 2018; CARABAÑO et al., 2022).

Assim, em termos de adaptação, a maneira mais rápida de melhorar o desempenho, bem-estar, produção e reprodução dos animais é alterando o ambiente no qual estão inseridos (MADER et al., 2006). Entretanto, modificar o ambiente pode ser economicamente inviável ou insustentável (BERNABUCCI et al., 2010), de modo que a termotolerância dos animais seja melhorada sem afetar sua produção, pode trazer vantagens econômicas, tanto para os produtores como para os consumidores.

A determinação do bem-estar em sistema produtivo pode ser verificada com base em avaliações das variáveis fisiológicas e bioquímicas como frequência cardíaca, frequência respiratória e análises séricas ou comportamentais (CASELLA et al., 2016; RICCI et al., 2017). Nas últimas duas décadas os efeitos do estresse térmico devido a mudanças sazonais estão se tornando mais severos e frequentes (HABIBU et al., 2018). Nesse contexto, estudos têm demonstrado que um ambiente estressante pode gerar problemas respiratórios, hormonais, falta de apetite, aumento da incidência de doenças e, ainda diminuição da produção de carne (FURTADO et al., 2020; LINS et al., 2021).

Pesquisas em regiões semiáridas sobre a capacidade de tolerância ao calor em pequenos ruminantes relatam temperaturas acima da temperatura crítica superior, que é de 35°C (BAÊTA & SOUZA, 2010), além de demonstrarem a adaptabilidade dos animais as temperaturas e umidades relativas do ar baixas, também apontam em qual ITGU os

ovinos mostraram situações confortáveis (NOBRE et al., 2016; FURTADO et al., 2017; TORRES et al., 2017; MASCARENHAS, 2018; OLIVEIRA et al., 2020), demonstrando a capacidade adaptativa dos pequenos ruminantes à região semiárida brasileira.

Animais nativos, apresentam capacidade superior em termos de tolerância ao calor em relação aos ovinos exóticos e, por se tratar de animais mais adaptados, a faixa de temperatura da zona de termoneutra é mais ampla, podendo ser explorados na região semiárida, com mínimas perdas na produção, sendo necessário o aprofundamento de estudos com índices de conforto térmicos (COSTA et al., 2015). Portanto objetivou-se com esta pesquisa, avaliar as variáveis fisiológicas de ovinos nativos criados em ambiente controlado com diferentes temperaturas.

Material e Métodos

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.

Localização

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência – LACRA (7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste), da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, entre julho a novembro de 2021.

Animais e alojamento

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados dos ecótipos Soinga (SOI), Morada Nova (MN), sem padrão racial definido (SRD) e Santa Inês (STI), seis animais de cada ecótipo, com idade média de $5,0 \pm 0,5$ meses e peso médio de $18,5 \pm 2,9$ kg, mantidos no interior da uma câmara climática, todos identificados na orelha esquerda com brincos enumerados.

Os animais foram vermifugados no início do experimento, mantidos em baias coletivas com dimensões de 1,60 x 2,85 m de comprimento e largura (4,56 m² de área), providas de comedouros e bebedouros, com piso coberto por serragem de madeira, onde cada baia alojava oito animais, sendo dois de cada um dos quatro ecótipos.

Sobre o piso da baía foi colocado cama de maravalha, com troca duas vezes por tratamento e, a alimentação era fornecida *ad libitum* sendo reposta duas vezes ao dia, entre 7 às 7:30 h e 14 às 14:30 h, com ajuste diário do consumo de modo a permitir 20% de sobras. A água fornecida *ad libitu*.

A alimentação ofertada aos animais composta por feno de Tifton (*Cynodon dactylon* (L) Pers), que constituiu 39,94% do volume total da ração, milho triturado (43,41%), farelo de soja 33 (11,15%), ureia (0,89%), calcário calcítico (0,89%) e óleo vegetal (3,59%), conforme composição indicada pelo NCR (2007).

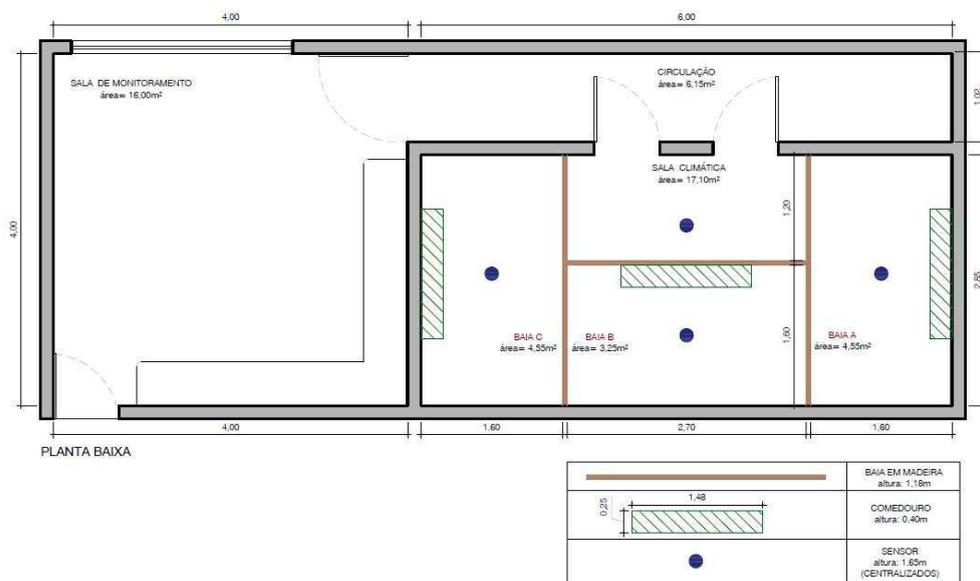


Figura 2. Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos.

Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (temperaturas de 20, 24, 28, 32 e 36°C), 4 ecótipos (Soinga, Morada Nova, sem padrão racial definido (SRD) e Santa Inês), e 6 repetições (animais de cada ecótipo).

Procedimentos experimentais

Cada tratamento foi realizado ao longo de vinte dias. Sendo os dez primeiros dias para aclimação dos animais ao ambiente controlado, ao manuseio e alimentação. Os cinco dias seguintes eram usados para as coletas de dados. E os cinco últimos dias os animais foram expostos à temperatura e umidade relativa do ar ambiente (com a câmara aberta) para a restauração de suas funções fisiológicas, e após esse tempo reiniciar o tratamento seguinte.

Em cada tratamento de estudo na câmara climática, os animais foram submetidos a um ciclo de 8/16 h (temperatura do ar experimental/temperatura do ar ambiente). A câmara era ligada sempre às 7 h, a primeira hora destinava-se à estabilização da temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara. Após a estabilização, o período experimental iniciava-se às 8 h estendendo-se até às 16 h.

Coleta de dados

Variáveis ambientais

A temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas, controladas e armazenadas através de um microcomputador com o auxílio do software livre SITRAD[®] interligado a um controlador do tipo MT-530 PLUS da Full Gauge Controls[®]. O controlador recebia os dados médios de temperatura e umidade relativas do ar através dos sensores, Termistor e Umidiostato, respectivamente, a cada 15 min verificando e controlando essas variáveis de modo a permanecerem sempre na faixa de controle desejada (Setpoint).

Os dados de temperatura do ar e umidade foram armazenados por meio de um datalogger, do tipo HOBO U12-012 ONSET Comp[®], disposto a uma altura semelhante à dos animais, em cada baia. Os dados foram armazenados diariamente a cada 30 min durante todo o período experimental.

A temperatura de globo negro (T_{gn}) não foi coletada pelo fato de os animais terem sido alojados em câmara climática onde a iluminação era feita com lâmpadas fluorescentes (frias), havendo também baixo fluxo de ar e a radiação solar era efetivamente bloqueada e nesta situação, segundo Li et al. (2009), a diferença entre a temperatura de globo negro e temperatura de bulbo seco pode ser desprezada.

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi usado para avaliar o nível de estresse térmico induzido pelo ambiente aos animais e foi calculado usando a equação relatada por Ravagnolo et al. (2000), conforme Equação 1.

$$ITU = (1,8 \times TA + 32) - \{(0,5 - 0,0055 \times UR) * (1,8 \times TA_a - 26)\} \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: ITU – índice de temperatura e umidade; TA – temperatura do ar (°C); e UR – umidade relativa (%).

As faixas de conforto/estresse térmico experimentadas foram classificadas conforme Silanikove e Koluman (2015) que definiram faixas de ITU classificadas como 74 ou menos como confortável, 75-79 estresse moderado, 80-85 estressante, 86-88 muito estressante e 88 ou mais como sofrimento extremo.

Variáveis fisiológicas

Nos cinco dias destinados às coletas de dados as mensurações de variáveis fisiológicas ocorreram às 10 h (três horas após a oferta da comida para evitar a interferência do calor metabólico produzido por conta da digestão) e às 15 h, os animais já estavam sob a influência da temperatura.

As temperaturas superficiais foram coletadas com auxílio de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke TiX500, Fluke Corporation, Everett, Washington, EUA) com calibração automática, a 1 m de distância dos animais, imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, evitando causar possível estresse nos mesmos. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 4.1, por meio do qual foram quantificadas as temperaturas superficiais, considerando-se a emissividade de 0,98.

A temperatura da pele (em área tricotomizada) (TP, °C) e temperatura superficial da pelagem (TSP, °C) foram obtidas por meio da média aritmética das temperaturas das regiões cervical (TPce e TSPce, °C), torácica (TPto e TSPto, °C) e glútea (TPgl e TSPgl, °C) dos animais.

Com as médias das temperaturas da pele e superficiais foram calculados os gradientes térmicos relacionados à temperatura retal, sendo gradiente temperatura da pele

temperatura retal (TPTR C) e o gradiente temperatura da superfície temperatura retal (TSTR, °C).

A temperatura retal (TR, °C) foi registrada por meio de um termômetro clínico (Instrutherm, São Paulo, SP, Brasil) inserido no reto com perturbação mínima do animal, permanecendo inserido até a estabilização da leitura.

A frequência respiratória (FR) foi medida por meio da observação visual do movimento das costelas por 15 seg a 1 m de distância, realizando-se a extrapolação para um minuto, e esses dados foram expressos como movimentos por minuto (mov min^{-1}).

A frequência cardíaca (FC) foi medida por meio da contagem dos batimentos cardíacos com auxílio de estetoscópio flexível durante o período de 15 seg, realizando-se a extrapolação para um minuto, e esses dados foram expressos como movimentos por minuto (bat min^{-1}).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial 5 x 4 (5 temperaturas e 4 raças/grupo genético) com 6 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) por intermédio do programa estatístico Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Resultados

Na Figura 2, estão representadas as variações médias da temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITU, no período experimental a cada nível do fator temperatura do ar, apresentando o comportamento das variáveis com a câmara climática no período noturno, considerado das 16 às 7 h e período diurno, das 7 às 16 h.

Para o tratamento T20, foram registrados no período noturno valores de 22,33°C ($\pm 1,77$), 76,51% ($\pm 3,4$), e 70,85 ($\pm 2,98$), e no período diurno de 19,78°C ($\pm 0,15$), 74,26% ($\pm 1,05$), e 66,30 ($\pm 0,17$), para a temperatura, umidade relativa do ar e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T24, foram registrados no período noturno médias de 24,28°C ($\pm 0,65$), 78,60% ($\pm 2,55$), e 73,81 ($\pm 0,97$), e no período diurno valores de 24,95°C ($\pm 0,17$), 77,07% ($\pm 1,63$), e 73,17 ($\pm 0,24$), para a temperatura, umidade relativa do ar e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T28, foram registrados no período noturno médias de 27,11°C ($\pm 1,02$), 779,22% ($\pm 2,63$), e 78,03 ($\pm 2,98$), e no período diurno médias de 28,36°C ($\pm 0,40$), 77,47% ($\pm 1,67$), e 79,73 ($\pm 0,71$), para a temperatura, umidade relativa do ar e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T32, foram registrados no período noturno médias de 27,26°C ($\pm 2,78$), 83,81% ($\pm 3,02$) e 78,08 ($\pm 4,93$), e no período diurno de 32,47°C ($\pm 0,26$), 87,56% ($\pm 1,34$), e 88,18 ($\pm 0,66$), para a temperatura, umidade relativa do ar e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T36, foram registrados no período noturno médias de 28,32°C ($\pm 3,35$), 81,34% ($\pm 4,75$) e 79,60 ($\pm 2,98$), e no período diurno médias de 35,30°C ($\pm 1,18$), 88,51% ($\pm 6,14$) e 93,17 ($\pm 4,12$), para a temperatura, umidade relativa do ar e ITU, respectivamente.

A TR ($P=0,002$) e FC ($P=0,001$) apresentaram efeito de interação raças x temperaturas significativas, sendo que a TR ($P=0,002$) e FC ($P<0,001$) mostraram efeito significativo da raça e, a TR apresentou valor mais elevado na raça Santa Inês e SRD, sendo estatisticamente semelhante a Soinga, a MN apresentou o menor valor para TR, ocorrendo na TR, FR, FC, TS e TP efeito significativo ($P<0,001$) com relação a temperatura (Tabela 1). Todas as variáveis apresentaram maiores valores na temperatura de 36°C, sendo que a TR e a FR cresceram de acordo com o aumento da temperatura, a FC apresentou valores baixos em 28 e 32°C e alto nas demais temperaturas, sendo que a TS foi maior em 36°C, a segunda maior foi em ordem 20, 32, 24 e 28°C, respectivamente, ocorrendo na TP valores mais elevados em 36°C, seguida, por 32, 28, 24 e 20°C, sendo o menor valor na temperatura de 20°C (Tabela 1).

A TR e TP apresentaram efeito regressivo linear e a FR, FC e TS mostraram efeito regressivo quadrático e ponto de máxima de 24, 28 e 25°C, respectivamente, e nessas temperaturas ocorreu os menores valores para as variáveis FR, FC e TS (Tabela 1).

O TSTR ($P=0,783$), TPTR ($P=0,659$), CTC ($P=0,365$) e o ITC ($P=0,591$) não apresentaram efeito de interação raça x temperatura, sendo que a TSTR ($P=0,662$), TPTR ($P=0,207$), CTC ($P=0,184$) e ITC ($P=0,811$) não indicaram diferença significativa em

função das raças (Tabela 1). O TSTR ($P < .0001$) e o TPTR ($P < .0001$) apresentaram diferença significativa em função das temperaturas, sendo a TSTR maior nas temperaturas de 28°C seguida de 24 e 32°C e as menores foi em 20 e 36°C, já o TPTR o valor foi decrescente com o aumento da temperatura (Tabela 1).

Discussão

Um dos índices mais prevalentes para avaliar o efeito do estresse térmico é o ITU, que combina o efeito da temperatura e umidade relativa do ar (SILANIKOVE & KOLUMAN, 2015), que geralmente é classificado em diferentes faixas para indicar o nível de estresse térmico sofrido pelos animais (KUMAR et al., 2017)

Observa-se que nos tratamentos T20 e T24 o ITU esteve na faixa considerada como confortável, no tratamento T28 na faixa de estresse moderado, no tratamento T32 na faixa de estresse período diurno e muito estressante durante diurno e, no tratamento T36 o na faixa de estresse moderado no período diurno e sofrimento extremo durante o período de câmara fechada (SILANIKOVE & KOLUMAN, 2015).

Leite et al. (2019) verificaram que, em condições de ambiente controlado com temperaturas de 26 e 32°C, o ITU médio para ovinos foi incluído na faixa sem estresse térmico e estresse severo, respectivamente, durante o período diurno (com a câmara climática fechada).

Entre as raças e as temperaturas a temperatura retal esteve dentro do intervalo de 38,50 a 39,23°C e, mesmo nas temperaturas mais elevadas (32 e 36°C), manteve-se dentro do limite considerado normal para a espécie (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011). O comportamento dos valores de T_R dos animais corrobora com a afirmação da adaptabilidade e rusticidade dessas raças/genótipos, pois mesmo com os animais mantidos em condições estressante, seus valores permaneceram dentro da faixa considerada normal para a espécie (COSTA et al., 2015).

Silanikove et al. (2000) citaram que, a taxa de respiração pode quantificar a gravidade do estresse térmico, com uma FR de 40-60, 60-80 e 80-120 mov min^{-1} representando baixo estresse, médio-alto estresse e alto estresse e acima de 200 mov min^{-1} representa estresse severo em ovinos, portanto, observa-se que entre as raças a FR na média das diversas temperaturas ficou elevada.

Nas temperaturas de 20 a 28°C a FR manteve-se dentro da normalidade para a espécie (SILANIKOVE et al., 2000) e, nas temperaturas de 32 e 36°C, os animais

estiveram alto estresse, a FR ficou elevada e, isto é um mecanismo de perda da carga de incremento calórico extra que ambiente térmico impunha. Silva e Starling (2003) mencionaram que, a elevação da frequência respiratória por longos períodos reduz a pressão de CO₂ sanguínea e promove aumento no calor nos tecidos corporais, isso ocorre pela aceleração dos músculos da respiração.

A menor FC dos animais Morada Nova e SPRD pode ser devido as suas características fenotípicas, como a coloração da pelagem no caso do Morada Nova e suas conformações. Na temperatura de 36°C ocorreu o maior valor da frequência cardíaca, podendo ser justificado pelo fluxo sanguíneo ser redirecionado para as áreas mais superficiais do corpo a fim de eliminar mais calor pelos mecanismos sensíveis (condução, convecção e radiação) e insensíveis através da perda por difusão da água da pele (MARAI et al., 2007), acarretando no aumento da temperatura pele (T_P), conseqüentemente reduzindo o gradiente térmico entre T_P e T_A. A temperatura ambiental, além de outras variáveis fisiológicas, pode alterar o tônus vagal intensificando a atividade do centro cardioacelerador e vasoconstritor, elevando a frequência cardíaca (TORRES et al., 2017).

Neste sentido, a frequência cardíaca pode ser considerada como um parâmetro de avaliação do estresse calórico em animais, e os valores de FC considerados normais para espécie ovina sendo de 70 a 80 bat min⁻¹ (SWENSON & REECE, 2006). Assim, o aumento na T_P e na T_{SP}, é justificado pelo aumento do fluxo sanguíneo pela vasodilatação periférica, facilitando a dissipação de calor pelos mecanismos não evaporativos (SOUZA et al., 2012). Quando a gradiente térmico entre a temperatura corporal e o ambiente diminui, como observado no estudo, a dissipação de calor pelas formas sensíveis é dificultada, em que o animal recorre as trocas pelos mecanismos evaporativos para dissipar o calor excedente (MEDEIROS et al., 2015)

As características cruciais incluem a refletância da pelagem, comprimento do pelo e número de pelos por unidade de área (McMANUS et al., 2009). Esses resultados corroboram com estudos anteriores em que animais com pelagem mais escura (SI) tiveram maior absorção de radiação térmica, alta temperatura superficial e foram mais suscetíveis ao estresse por calor do que aqueles com pelagem de cor mais clara (MN e SOI) (McMANUS et al., 2011; FADARE et al., 2012; LEITE et al., 2018).

No entanto, Titto et al. (2016), avaliando as variações da temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudorese em ovinos Santa Inês e Morada Nova (raças brasileiras de pelo), Texel, Suffolk e Ile de France (raças lã), não encontraram diferenças

entre elas, o que poderia ser explicado por outra relação entre absorção e transmitância de calor nessas pelagens.

Leite et al. (2019), avaliaram animais da raça Morada Nova com 10 meses de idade em duas temperaturas (26 e 32°C) e observaram que as variáveis fisiológicas apresentaram valores mais altos na temperatura de 32°C. A TR, FR, FC e TS apresentaram valores de 38,53; 29,46; 99,68 e 28,21 para 26°C, respectivamente e de 38,65; 45,57; 89,46 e 32,23 para 32°C, respectivamente.

À medida que a temperatura do ar aumenta, a eficiência das perdas de calor sensível diminui devido ao menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente. Assim, o animal pode até certo ponto manter a temperatura retal por meio de vasodilatação, uma vez que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e conseqüentemente aumenta a temperatura da pele. No entanto, se a temperatura do ar continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através da respiração e/ou sudorese (RIBEIRO et al., 2018).

O aumento da TA é seguido de aumento na TR do animal e diminui a eficiência das perdas de calor sensível devido ao menor gradiente existente entre TR e TS. Se a TA continua aumentando, o animal começa a perder calor pela respiração (insensível), diminuindo ainda mais o gradiente existente. Nestes casos, as perdas pelas vias sensíveis tornam-se ineficazes.

Os gradientes térmicos entre TSTR, TP-R entre as raças foram similares (Tabela 1), com médias de 3,72 e 4,34°C, respectivamente, demonstrando a troca de calor entre o núcleo corporal e a periferia dos animais. Nas temperaturas mais elevadas estes gradientes foram reduzidos, sendo que na temperatura de 36°C o gradiente ficou próximo a zero, o que pode dificultar as trocas de calor sensível entre o núcleo corporal e a pele, aumentando a TS dos animais e ativando os mecanismos de trocas de calor latente. Os animais podem manter a temperatura corporal através da vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele, mas se o estresse térmico persiste, o animal torna-se dependente da perda de calor por evaporação, respiração e/ou suando (ARAÚJO et al., 2017).

O coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e o índice de tolerância ao calor (ITC) entre as raças foram similares, com médias de 96,42 e 9,93, respectivamente, portanto próximo aos valores ideais (100,00 e 10,00, respectivamente), demonstrando que mesmo mantidos em ambientes quentes os animais demonstraram boa adaptabilidade, e que para sobreviver em ambientes com índices bioclimáticos considerados acima da TCZ, os

animais elevam o FR, sendo um excelente mecanismo de dissipação de calor. Mesmo com os animais mantidos em temperaturas de 32 e 36°C, caracterizados como muito estressante e sofrimento extremo, houve nestas temperaturas reduções no CTC de 6,18 e 10,26%, respectivamente, com o ITC praticamente inalterado, o que demonstra a capacidade adaptativa dos ovinos nativos às elevadas temperaturas, como ocorre em regiões áridas e semiáridas, frutos dos processos de seleção natural ao qual foram submetidos. Araújo et al. (2017), em trabalhos com caprinos Anglo Nubiano submetidos a temperaturas elevadas em câmara climática (32 °C), também citaram elevados índices de tolerância ao calor dos animais.

Conclusão

Os grupos apresentaram-se semelhantes a nível de adaptação, mesmo a MN apresentando baixo valor para TR e FC, sendo que mudaram bruscamente considerando as temperaturas avaliadas e a partir dos 28°C as variáveis modificam para mais ou menos no intuito de adaptação.

Referências

- ARAÚJO, T. G. P.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; MEDEIROS, A. N.; LOPES NETO, J. P. Thermoregulatory responses and adaptability of Anglo-nubian goats maintained in thermoneutral temperature and under heat stress. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.5, p.106-111, 2017.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- BAIDA, L. B. E.; SWINBOURNE, A. M.; BARWICK, J. et al. Technologies for the automated collection of heat stress data in sheep. *Anim Biotelemetry*, v.9, n.4, 2021.
- BATISTA, J. N.; SOUZA, B. B.; BORGES, L. D.; LIMA, L. A.; SILVA, E. M. N. Termorregulação em ruminantes. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.11, p.39-46, 2015.
- BERNABUCCI, U., LACETERA, N., BAUMGARD, L. H., RHOADS, R.P., RONCHI, B., NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, v.4, p.1167-1183, 2010.

CARABAÑO, M. J.; DÍAZ, C.; RAMÓN, M. Assessing heat tolerance through productive vs physiological indicators. Data from dairy sheep under on-farm conditions. *Animal*, v.16, 2022.

COSTA, R. G.; RIBEIRO, J. M.; RIBEIRO, N. L.; RIBEIRO, M. N.; BOZZI, R. Efeito da estação sobre as respostas hormonais de caprinos crioulos do semiárido do Brasil. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, v.6, p.424-431, 2015.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; SANTOS, P. E. F.; SILVA, M. W. R.; MURTA, R. M.; CARVALHO, G. G. P.; SOUZA, L. E. B. 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.

FADARE, A. O.; PETERS, S. O.; YAKUBU, A.; SONIBARE, A. O.; ADELEKE, M. A.; OZOJE, M. O.; IMUMORIN, I. G. Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics. *Tropical Animal Health and Production*, v.45, p.157-165, 2012.

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, p.72-77, 2017.

HABIBU, B.; DZENDA, T.; AYO, J. O.; YAQUB, L. S.; KAWU, M. U. Haematological changes and plasma fluid dynamics in livestock during thermal stress, and response to mitigative measures. *Livestock Science*, v.214, p.189–201, 2018.

HABIBU, B.; EMMANUEL, M. J.; YAHAYA, A. A.; DZENDA, T.; KAWU, M. U. Adaptive performance of hairy thin-tailed (Yankasa) and woolly fat-tailed (Ossimi) sheep in tropical hot-dry season. *Small Ruminant Research*, v.205, e106541, 2021.

JOY, A.; FRANK, R.; DUNSHEA, B. J.; LEURY, K. D.; IAIN, J.; CLARKE, M. H.; ZHANG, A. A.; RICHARD, O.; SURINDER, S. C. Comparative assessment of thermotolerance in dorper and second-cross (Poll Dorset/Merino×Border Leicester). *Livestock Science*, v.10, n.12, e2441, 2020.

JOY, A.; TAHERI, S.; DUNSHEA, F.; LEURY, B.; DIGIACOMO, K.; OSEI-AMPONSAH, R.; BRODIE, G.; CHAUHAN, S. Non-invasive measure of heat stress in sheep using machine learning techniques and infrared thermography. *Small Ruminant Research*, v.207, e106592, 2022.

KUMAR, D.; YADAV, B.; CHOUDHURY, S.; KUMARI, P.; MADAN, A. K.; SINGH, S. P.; ROUT, P. K.; RAMCHANDRAN, N.; YADAV, S. Evaluation of adaptability to

different seasons in goat breeds of semi-arid region in India through differential expression pattern of heat shock protein genes. *Biological Rhythm Research*, v.15, p.1-3, 2017.

LEITE, P. G.; MARQUES, J. I.; FURTADO, D. A.; LOPES NETO, J. P.; SOUZA, B. B.; NASCIMENTO, J. W. B. Ethology, physiological, and ingestive responses of sheep subjected to different temperatures and salinity levels of water. *International Journal of Biometeorology*, v.63, p.1091-1098, 2019.

LI, S.; G., GEBREMEDHIN, K.; N LEE, C.; J COLLIER, R. Evaluation of thermal stress indices for cattle. ASABE, St. Joseph, 2009.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v.84, p.712-719, 2006.

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 Rumin. Res.*, v.71, p.1-12, 2007.

MCMANUS, C., DIAS, E. A., PAIVA, S. R., BRACCINI NETO, J., COBUCCI, J. A., BARCELLOS, J. O. J., LOUVANDINI, H. Os desafios da produção animal frente às mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia*, v.18, p.142-148, 2011.

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.

MARQUES, J. I.; LOPES-NETO, J. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; TALIERI, I. C.; MEDEIROS, G. R.; FURTADO, D. A. Pupillary dilation a thermal stress indicator in Boer crossbred goats maintained in a climate chamber. *Small Ruminant Research*, v.158, n.1, p.26-29, 2018.

MASCARENHAS, N. M. H. Variáveis fisiológicas e estruturas de tegumento de ovinos e caprinos criados no semiárido brasileiro. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2018.

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

MEDEIROS, L. F. D., RODRIGUES, V. C., VIEIRA, D. H., SOUZA, S. L. G., CABRAL NETO, O., FIGUEIREDO, N., PINTO, C. F. D., MIRANDA, A. L., VIOLENTO, C. B. Reações fisiológicas de cabras em diferentes ambientes e coeficiente de tolerância ao

calor em cabritos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.37, p.286-296, 2015.

NOBRE, I. S., SOUZA, B. B., MARQUES, B. A. A., SILVA, A. M. A., ARAUJO, R. P., GOMES, T. L. S., BATISTA, L. F., SILVA, G. A. 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, p.116-126, 2016.

OLIVEIRA, K. A.; ASSIS, T. S.; SOUSA, L. F.; SIQUEIRA, M. T. S.; SOUZA, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. L. Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de ovinos alimentados com volumoso extrusado contendo diferentes aditivos. *Caderno de Ciências Agrárias*, v.12, p.1-9, 2020.

RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I.; HOOGENBOOM, G. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.2120-2125, 2000.

RIBEIRO, M. N.; RIBEIRO, N. L.; BOZZI, R.; COSTA, R. G. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review. *Journal of Applied Animal Research*, v.46, p.1036-1041, 2018.

SILANIKOVE, N.; KOLUMAN, N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*, v.23, p.27-34, 2015.

SILVA, R. G.; STARLING, J. M. C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambiente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.1956-1961, 2003.

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. *ACSA*, v.8, p.62-66, 2012.

SAS Institute. SAS system for Windows. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc. 2001.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. *Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12 ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 2006.

TITTO, C. G.; VERÍSSIMO, C. J.; PEREIRA, A. M. F.; GERALDO, A. M.; KATIKI, L. M.; TITTO, E. A. L. Thermoregulatory response in hair sheep and shorn wool sheep. *Small Ruminant Research*, v.144, p.341-345, 2016.

TORRES, T. S.; SILVA, L. O.; BORGES, L. S.; SENA, L. S.; MOREIRA, A. L.; MACHADO, L. P. M.; CARDOSO, J. P. B.; SOUSA JUNIOR, A. Behavioral and

thermoregulatory characteristics of Dorper sheep. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.5, p.85-90, 2017.

KAWABATA, C. Y.; JESUS, L. A.; SILVA, A. P. V.; SOUSA, T. V. R.; CRUZ, L. F. B. Physiological responses of caprines raised under different types of covering. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.34, n.5, p.910-918, 2013.

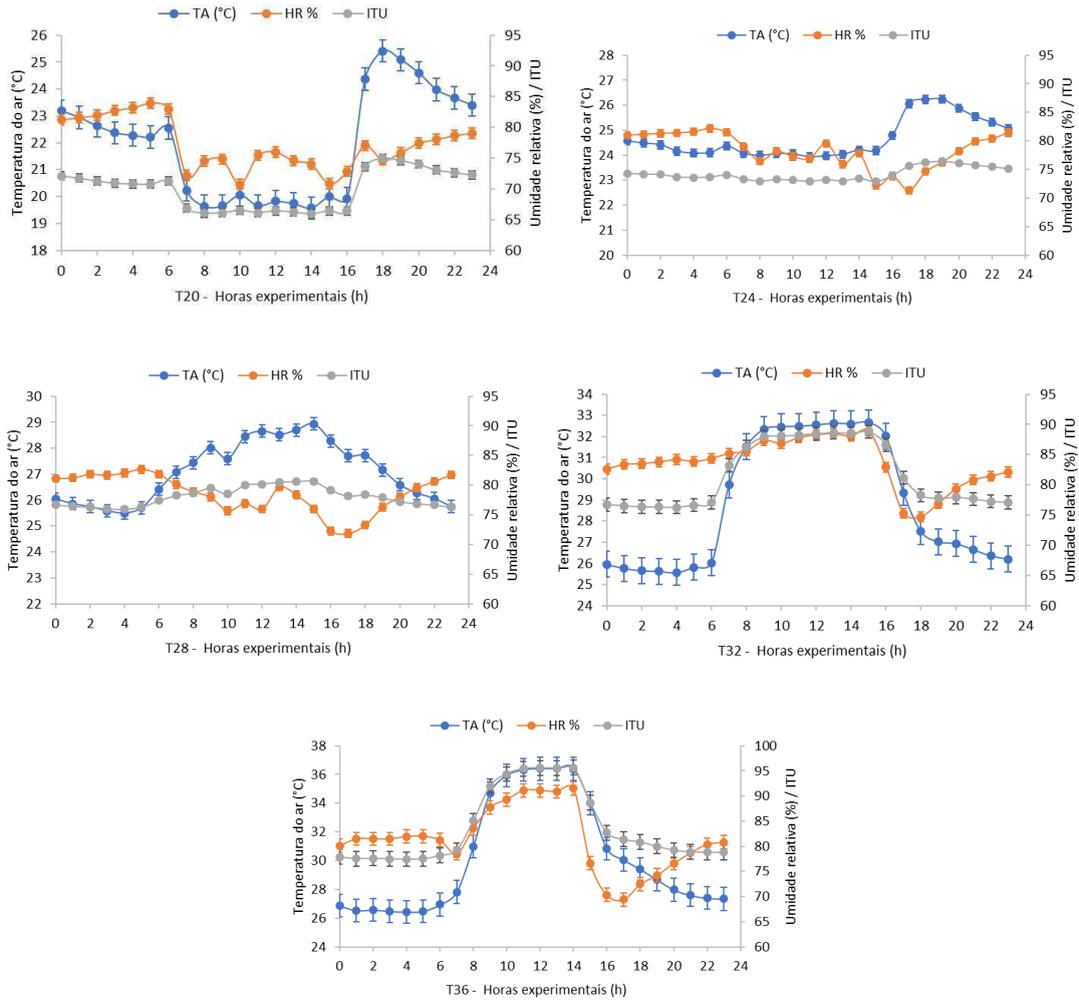


Figura 3. Variáveis climáticas em função dos tratamentos.

Tabela 4. Médias da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura superficial (TS), temperatura da pele (TP), gradiente entre a TSTR, TPTR, coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e índice de tolerância ao calor (CTC) dos ovinos nas diferentes temperaturas

Variáveis	Raças - R			Temperatura - T (°C)				EPM			Valor de P		
	Soinga	Morada Nova	Santa Inês	SRD	20	24	28	32	36	R	T	T*R	
TR (°C) ¹	38,77ab	38,65b	38,85a	38,80a	38,50d	38,71c	38,92b	38,96b	39,23a	0,57	0,002	<0001	
FR (mov./min) ²	79,59	76,76	77,28	76,11	28,62d	31,10c	32,38c	103,89b	191,20a	17,36	0,165	<0001	
FC (bat./min) ³	111,04a	102,51b	100,750a	99,73b	105,91b	105,56b	100,22c	100,36c	113,89a	15,03	<0001	0,001	
TS (°C) ⁴	34,84	35,09	35,04	35,03	35,21b	33,64d	32,64e	34,53c	38,98a	1,70	0,405	<0001	
TP (°C) ⁵	34,21	34,58	34,53	34,67	30,41d	33,53c	34,85b	34,95b	38,73a	1,90	0,060	<0001	
TSTR ⁶	3,88	3,57	3,70	3,74	3,41c	4,72b	6,00a	4,20b	0,29d	1,72	0,662	<0001	
TPTR ⁷	4,60	4,19	4,34	4,25	8,18a	5,06b	3,92c	4,00c	0,55d	2,01	0,207	<0001	
CTC ⁸	96,78	97,84	95,30	95,78	110,12	100,64	97,80	93,82	89,74	11,48	0,184	0,086	
ITC ⁹	9,95	9,87	9,99	9,93	9,70	9,84	9,96	9,96	10,21	0,77	0,813	0,374	

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; EPM - Erro padrão da média; TR - Temperatura retal; FR - Frequência respiratória; FC - Frequência cardíaca; TS - Temperatura superficial; TP - Temperatura de pele; ¹Y=37,61+0,04x (R²=0,96); ²Y=604,22-50,02x+1,07x² (R²=0,98); ³Y=205,48-7,77x+0,14x² (R²=0,72); ⁴Y=79,22-3,52x+0,07x² (R²=0,97); ⁵Y=21,85+0,45x (R²=0,90); ⁶Y=-36,93+3,21x-0,06x² (R²=0,54); ⁷Y=15,75-0,41x (R²=0,53); ⁸Y=81,04+1,89x-0,05x² (R²=0,60); ⁹Y=9,14+0,03x (R²=0,66).

Capítulo 3

Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas sanguíneas de ovinos nativos submetidos a diferentes condições ambientais

Resumo: Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos de ovinos Santa Inês, Morada Nova, SPRD e Soinga submetidos a diferentes temperaturas. Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados das Santa Inês, Morada Nova, sem padrão racial definido - SRD e Soinga, com idade aproximada de 5 meses e peso médio de 25 kg, os quais foram mantidos em baias coletivas no interior da câmara climática, em grupos de 6 animais por baia, composta com 2 de cada raça. Foram analisados os parâmetros bioquímicos: proteína total (PRT) – pelo método colorimétrico biureto; albumina (ALB) – pelo método colorimétrico bromocresol; glicose (GLI) – pelo método GOD-Trinder; triglicérides (TRI) – pelo método enzimático Trinder; colesterol (COL) – pelo enzimático Trinder; ureia (URE) – uréase; creatinina (CRE), os hormônios T3, T4 e cortisol além dos parâmetros hematológicos. Houve interação significativa para ureia ($P<.0001$), glicose ($P<.0001$), colesterol ($P<.0001$) e magnésio ($P<.0001$) em função da raça e temperatura do ar. Ureia ($P=0,001$), glicose ($P<.0001$), triglicérides ($P=0,033$), colesterol ($P=0,004$) e magnésio ($P<.0001$) apresentaram diferença significativa em função da raça. Com relação aos hormônios observa-se que T4 ($P<.0001$) e cortisol ($P<.0001$) apresentaram efeito de interação raça x temperatura. Como também o T4 ($P=0,001$) e o cortisol ($P=0,001$) apresentaram efeito de raça. Os hormônios apresentaram efeito significativo ($P<.0001$) para temperatura. As altas temperaturas modificam os parâmetros bioquímicos sanguíneos, hormonais e hematológicos de ovinos nativos

Palavras-chave: conforto, estresse por calor, Morada Nova, Santa Inês, SRD, Soinga.

Introdução

A criação de pequenos ruminantes é uma atividade relevante no semiárido brasileiro, devido às suas capacidades produtivas e adaptativas e potencial (SILVA et al., 2017). Parâmetros sanguíneos e hormonais, além de utilizado para avaliar o estado de saúde do animal, também são úteis para definir o nível de estresse (SILVA et al., 2020; SOARES et al., 2020).

Trabalhar com perfil metabólico é difícil, pois a interpretação dos dados é complicada, tanto pela complexidade dos mecanismos fisiológicos que regulam os níveis sanguíneos dos metabólitos que também podem sofrer influência de fatores ambientais (RIBEIRO et al., 2018) quanto pela falta de valores de referência para as raças localmente adaptadas (Santa Inês, Morada Nova, sem padrão racial definido e Soinga). Para que seja feita uma interpretação correta, é necessário conhecer os valores de referência adequados para cada região, espécie e população em questão (VARANIS, 2018; LIBARDI et al., 2018).

Existem vários trabalhos nacionais estimando valores de referência para ovinos, tais como Borburema et al. (2012); Oliveira et al. (2014); Santos et al. (2014); Lima et al. (2016); Costa et al. (2018); Silva et al. (2020). Varanis (2018) preconizou intervalos de referência para metabólitos energéticos, proteicos, enzimáticos e minerais para ovinos em diferentes categorias fisiológicas. Diante das várias adaptações que ovinos passam no primeiro ano de vida, é possível afirmar que os seus níveis metabólicos poderão apresentar diferenças quanto aos de animais já adultos.

Os ovinos possuem um sistema termorregulador que tem como finalidade manter a temperatura corporal constante dentro de certos limites, independentemente da temperatura do ar (TA) (SILVA et al., 2016). Animais criados em confinamento toleram umidade relativa do ar acima de 70%, visto que esses animais se aglomeram e produzem vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para eliminar esse excesso do vapor d'água. As variáveis sanguíneas e hormonais, além de serem utilizadas para avaliação do estado de saúde do animal, também são utilizadas para a indicação do estado de estresse (RIBEIRO et al., 2018). Alguns fatores podem influenciar os valores dessas variáveis, tais como: espécie, sexo, raça, idade, estado fisiológico e hora do dia (RIBEIRO et al., 2017; 2018).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos de ovinos Santa Inês, Morada Nova, SPRD e Soinga submetidos a diferentes temperaturas.

Material e Métodos

Câmara climática

O experimento teve seu início após apreciação e aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Saúde (Resolução nº 466/CNS, de 12 de dezembro de 2012 e Resolução nº 510/CNS, de 07 de abril de 2016).

O experimento foi conduzido em câmara climática (Figura 1), no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LACRA) da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Campina Grande-PB, que possui 6,14 m de comprimento, por 2,77 m de largura, com área construída de 17 m², confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo.

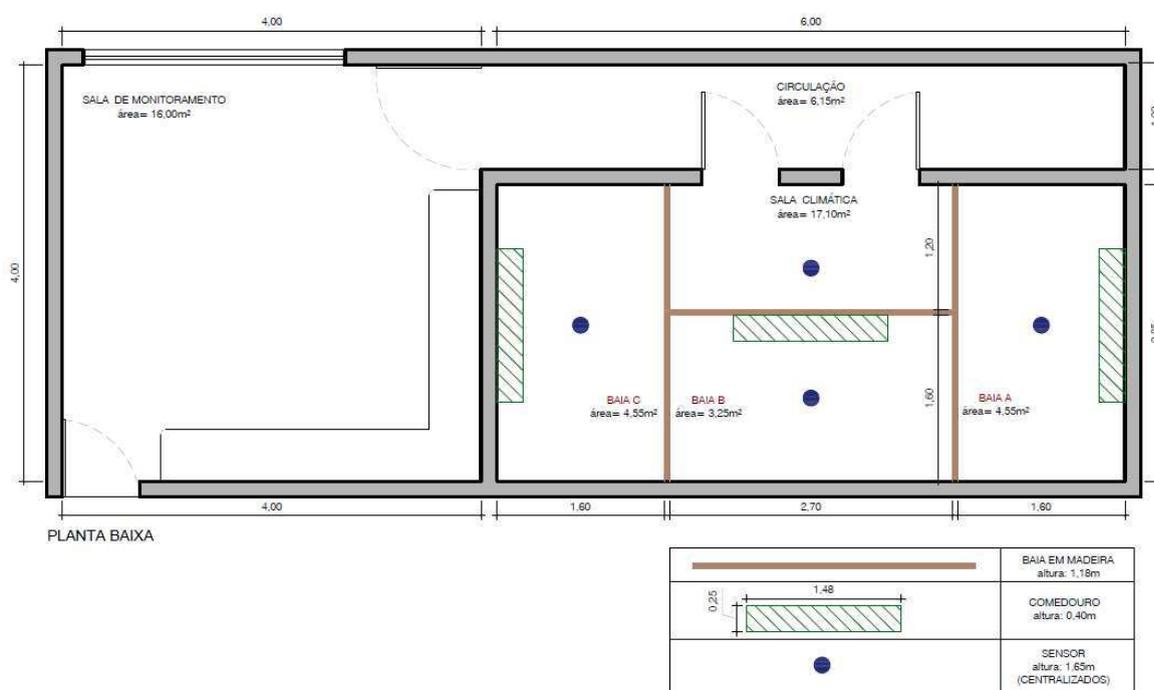


Figura 4. Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos.

Para o controle ambiental as câmaras estão equipadas com um aquecedor de ar de resistência elétrica, condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, com potência de 18.000 btus e umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 mLh⁻¹. A umidade relativa do ar será controlada por umidificadores de ar e medidas através de sensores e a velocidade do vento obtida através de ventiladores laterais e exaustores. As câmaras têm sensores de temperatura e umidade, sendo dados ambientais coletados e registrados a cada 00:15 h por sensores acoplados ao sistema de aquisição de dados, por meio de um controlador do tipo MT-530 PLUS da Full GaugeControls®, controlado via computador por meio do SITRAD® (software para aquisição, controle, monitoramento e visualização dos dados nas câmaras climáticas).

Animais e manejo

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados das Santa Inês, Morada Nova, sem padrão racial definido-SRD e Soinga, com idade aproximada de 5 meses e peso médio de 25 kg, os quais foram vermifugados no início do experimento e mantidos em baias coletivas no interior da câmara climática, em grupos de 6 animais por baia, composta com 2 de cada raça.

Sobre o piso da baia foi colocado cama de maravalha, com troca a cada tratamento e, a alimentação era fornecida *ad libitum* e os alimentos repostos duas vezes ao dia, entre 7 h às 7:30 h e 15 h às 15:30 h, com ajuste diário do consumo de modo a permitir 20% de sobras e, o consumo era quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 h.

A água fornecida *ad libitum*, sendo o consumo quantificado de acordo com o total fornecido menos as sobras no período de 24 h, a quantidade de água era pesada em balança de precisão. Para verificar a quantidade de água evaporada, era inserido um recipiente igual aos das baias, no qual o peso da água foi mensurado a cada 24 h.

A alimentação era composta de 60% de alimento fibroso, na forma de feno de tifton e 40% de ração concentrada balanceada, composta de farelo de soja, milho triturado, farelo de trigo, calcário calcítrico e sal mineral, todos os animais receberam a mesma dieta.

Os animais eram expostos por 12 h contínuas (de 6 às 18 h), durante 15 dias consecutivos, em cada um dos tratamentos (temperaturas de 20, 24, 28, 32 e 36°C), com umidade relativa do ar no ambiente de 65±5%, alternados com 12 h de temperatura de

conforto, previamente preconizada em 24°C, simulando as condições do semiárido brasileiro.

Dos 15 dias de cada um dos tratamentos, 10 foram de adaptação e os 5 últimos foi feito a coleta de dados e, entre os tratamentos, os animais ficaram ao ar livre (câmara climática desligada e de portas abertas) por cinco dias para eliminar o efeito residual, totalizando 20 dias em cada tratamento.

Variáveis bioquímicas, hormonais e hematológicos

As amostras de sangue foram coletadas individualmente (em todos os animais) no primeiro e no último dia de cada fase experimental. A coleta ocorreu por meio de punção na veia jugular, após assepsia com álcool iodado. Nas coletas foram usadas agulhas de calibre 0,8 x 25mm e tubos a vácuo de 5 mL, contendo anticoagulante etileno diaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%.

As amostras de sangue serão mantidas em caixas isotérmicas com gelo e encaminhadas imediatamente ao Laboratório de Medicina Veterinária da UFCG, Campus de Patos. As amostras foram centrifugadas a 4°C a 3.000 rpm x (1.100XG) por 15 min. O sobrenadante resultante da centrifugação foi separado em alíquotas de 1,5 mL para dosagens bioquímicas e armazenados a -20°C.

Os dados foram analisados utilizando um aparelho de análise bioquímica com um fotômetro de comprimento de onda múltiplo (Thermo Scientific Genesys 10SVis, EUA) para os seguintes parâmetros bioquímicos: proteína total (PRT) – pelo método colorimétrico biureto; albumina (ALB) – pelo método colorimétrico bromocresol; glicose (GLI) – pelo método GOD-Trinder; triglicérides (TRI) – pelo método enzimático Trinder; colesterol (COL) – pelo enzimático Trinder; ureia (URE) – uréase; creatinina (CRE). Todos os procedimentos foram realizados utilizando *kits* laboratoriais de uso comercial (Labtest).

As concentrações plasmáticas de cortisol, trioxina (T4) e triiodotironina (T3) foram analisadas em duplicatas mediante técnica ELISA, utilizando *kits* laboratoriais de uso comercial (INVITRO), desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios. As concentrações plasmáticas de T3, T4 e cortisol foram analisados, em duplicatas, pelo método de radioimunoensaio (RIE) em fase sólida. Para tal, foram utilizados conjuntos de reagentes comerciais desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios, sem

qualquer tipo de extração química e processo de purificação, valendo-se do iodo¹²⁵ (I125) como elemento radioativo traçador. Os procedimentos COAT-A-COUNT utilizados foram os especificados pelo fabricante.

A contagem de eritrócitos (Er) foi realizada em câmara do tipo *Neubauer* modificada, através da diluição das células, utilizando-se uma pipeta semiautomática de 20 µL conforme preconizado por Vallada (1999). Para determinação do hematócrito (Ht) foi usada a técnica do microhematócrito por 15 min, conforme descrito por Ayres et al. (2001), na qual se utilizaram tubos capilares homogêneos de 75 milímetros de comprimento por um milímetro de diâmetro.

O índice hematimétrico absoluto: volume globular médio (VGM) foi obtido através da contagem do número de Er, Ht, segundo Ferreira Neto e Viana (1977).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial 4 x 4 (4 temperaturas e 4 raças/grupo genético) com 6 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais.

Os dados coletados foram analisados por meio do *Statistical Analysis System* pela aplicação dos procedimentos GLM (Análise de Variância), o teste de média utilizado foi Tukey a 5% de probabilidade.

Foi realizada a correlação de Pearson (PROC CORR, *Statistical Analysis System*, versão 9.3) entre as variáveis bioquímicas, hormonais e hematológicas.

A análise de correlação canônica é uma técnica multivariada, empregada para examinar as relações entre dois conjuntos variáveis, cada um deles consistindo de duas ou mais variáveis. Na análise, ao maximizar as relações entre dois conjuntos, pretende-se obter novas variáveis chamadas de variações canônicas que se formaram por combinações lineares das variáveis originais para cada conjunto.

Resultados e Discussão

Na Figura 2, estão representadas as variações médias da temperatura do ar, umidade relativa e ITU, no decorrer dos cinco dias experimentais de exposição dos animais a cada nível do fator temperatura do ar, apresentando o comportamento das

variáveis com a câmara climática aberta (16 às 7 h) e fechada (7 às 16 h), perfazendo 24 h.

Para o tratamento T20, foi registrado médias por 24 h de 22,33°C ($\pm 1,77$), 76,51% ($\pm 3,4$), e 70,85 ($\pm 2,98$), e médias com a câmara fechada de 19,78°C ($\pm 0,15$), 74,26% ($\pm 1,05$), e 66,30 ($\pm 0,17$), para a temperatura do ar, umidade relativa e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T24, foi registrado médias por 24 h de 24,28°C ($\pm 0,65$), 78,60% ($\pm 2,55$), e 73,81 ($\pm 0,97$), e médias com a câmara fechada de 24,95°C ($\pm 0,17$), 77,07% ($\pm 1,63$), e 73,17 ($\pm 0,24$), para a temperatura do ar, umidade relativa e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T28, foi registrado médias por 28 h de 27,11°C ($\pm 1,02$), 779,22% ($\pm 2,63$), e 78,03 ($\pm 2,98$), e médias com a câmara fechada de 28,36°C ($\pm 0,40$), 77,4% ($\pm 1,67$), e 79,73 ($\pm 0,71$), para a temperatura do ar, umidade relativa e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T32, foi registrado médias por 24 h de 27,26°C ($\pm 2,78$), 83,81% ($\pm 3,02$), e 78,08 ($\pm 4,93$), e médias com a câmara fechada de 32,47°C ($\pm 0,26$), 87,56% ($\pm 1,34$), e 88,18 ($\pm 0,66$), para a temperatura do ar, umidade relativa e ITU, respectivamente.

Para o tratamento T36, foi registrado médias por 24 h de 28,32°C ($\pm 3,35$), 81,34% ($\pm 4,75$), e 79,60 ($\pm 2,98$), e médias com a câmara fechada de 35,30°C ($\pm 1,18$), 88,51% ($\pm 6,14$), e 93,17 ($\pm 4,12$), para a temperatura do ar, umidade relativa e ITU, respectivamente.

O índice mais prevalente para avaliar o efeito do estresse térmico é o índice temperatura e umidade (ITU), que combina o efeito do calor e da umidade (SILANIKOVE & KOLUMAN, 2015). O ITU é geralmente classificado em diferentes faixas para indicar o nível de estresse térmico sofrido pelos animais (KUMAR et al., 2017)

Conforme demonstrado na Figura 2 ao analisar as faixas de ITU propostas por Silanikove e Koluman (2015), verificou-se que nos tratamentos T20 e T24, o ITU esteve na faixa considerada como favorável. No tratamento T28 o ITU esteve na faixa considerada como estresse moderado. No tratamento T32 o ITU esteve na faixa considerada estresse moderado para o todo o período e muito estressante durante o período de câmara fechada. No tratamento T36 o ITU esteve na faixa considerada estresse moderado para o período todo e sofrimento extremo durante o período de câmara fechada.

O ITU noturno para os tratamentos de T20 e T24 esteve na faixa considerada como favorável; os demais tratamentos se mantiveram na faixa considerada como estresse moderado. Leite et al. (2019) verificaram que em condições de ambiente controlado com temperaturas de 26 e 32°C, o ITU médio para ovinos foi incluído na faixa considerada como sem estresse térmico, estresse severo, respectivamente, durante o período diurno (com a câmara climática fechada).

Houve interação significativa para ureia ($P < .0001$), glicose ($< .0001$), colesterol ($P < .0001$) e magnésio ($P < .0001$) em função da raça e temperatura do ar (Tabela 1). Ureia ($= 0,001$), glicose ($P < .0001$), triglicerídeos ($P = 0,033$), colesterol ($P = 0,004$) e magnésio ($P < .0001$) apresentaram diferença significativa em função da raça (Tabela 1).

O SRD apresentou menor valor para ureia, estando estatisticamente semelhante ao SI, as maiores concentrações de ureia foram observadas no MN e SO, estando o SI estatisticamente igual a esses últimos. O intervalo para ureia encontrada no nosso estudo foi de 11,9 – 75,51 mg/dL, os valores de ureia estiveram dentro do intervalo considerado por Varamis (2018) que é de 12,8 – 100 mg/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade, enquanto o preconizado por Kaneko et al. (2008) é de 17 – 43 mg/dL, mostrando que não se pode comparar o valor dos animais nativos do Brasil com animais de clima temperado, como também observar a faixa de idade. Para ovinos da raça Santa Inês, Balara, Cardoso e Peneiras (2012) em estudo conduzido no município de Cachoeiras do Macacu, Rio de Janeiro com animais de aproximadamente 90 dias, encontraram o valor médio de 38,75 mg/dL. Silva et al. (2020) trabalhando com ovinos de até 12 meses de idade observaram valor de ureia de 10 – 92 mg/dL. Costa et al. (2018) avaliaram ovinos SI com 120 dias de idade e a concentração de ureia nesses animais foi em média de 65 mg/dL.

Cerca de 70% da proteína ingerida é transformada em amônia no rúmen, para ser utilizada como fonte de nitrogênio na síntese de aminoácidos e proteína microbiana, e, a fração da amônia não utilizada no rúmen é absorvida e direcionada ao fígado para ser transformada em ureia, a qual circula na corrente sanguínea. Sendo assim, a concentração de ureia plasmática tem relação direta com o aporte proteico e a proporção de proteína degradável no rúmen contida na ração (GONSALVES NETO et al., 2017).

A concentração de glicose foi maior para o SO e apresentou valor estatisticamente semelhante ao MN, a raça SI apresentou valor estatisticamente igual ao MN, sendo o SRD com menor concentração de glicose (Tabela 1). O intervalo para glicose encontrado no nosso estudo foi de 27,35 – 75,82 mg/dL, os valores de glicose estiveram dentro do intervalo considerado por Varamis (2018) que é de 33,0 – 98,1 mg/dL para ovinos de 0

até 12 meses de idade, enquanto o preconizado por Kaneko et al. (2008) é de 50 – 80 mg/dL. Gouveia et al. (2015), utilizando animais sem padrão racial definido com idade média de 6 meses, no estado de Pernambuco, encontraram um valor médio de 51,9 mg/dL valor semelhante ao encontrado na presente pesquisa. Utilizando animais da raça Santa Inês, Branco (2015), foi verificado a concentração média de 71,27 mg/dL de glicose para ovinos com 60 dias de idade, em Fortaleza, Ceará, enquanto Balaro, Cardoso e Peneiras (2012), em estudo conduzido no município de Cachoeiras do Macacu, Rio de Janeiro, com animais de aproximadamente 90 dias, encontraram valores médios de 78,24 mg/dL.

Dentre todos os valores apresentados, é possível observar a variação entre estados, raças, e inclusive entre animais da mesma raça, criados em condições ambientais distintas. A glicose apresenta diminuição na concentração de acordo com o avanço da idade. A amplitude da concentração de glicose verificada nesta pesquisa foi de 48mg/dL. Silva et al. (2020) observaram uma amplitude para o intervalo de glicose de 64mg/dL enquanto a amplitude do intervalo de Kaneko e al. (2008) é de 30 mg/dL.

A maior concentração de triglicérides foi observada para raça SO, estando estatisticamente igual ao MN e SI, o menor valor foi constatado no SRD. O intervalo para triglicérides encontrado no nosso estudo foi de 11,54 - 85,46 mg/dL, os valores de triglicérides estiveram dentro do intervalo considerado por Varamis (2018) que é de 5,00 – 78,0 mg/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade. Kaneko et al. (2008) é de 9 – 30 mg/dL, é válido lembrar que os dados destes autores são internacionais, sem distinção quanto à categoria do animal. Silva et al. (2020) trabalhando com ovinos de até 12 meses de idade constataram valor de triglicérides de 5 – 71 mg/dL. Balaro, Cardoso e Peneiras (2012) encontraram o valor médio de 17,26 mg/dL, enquanto Santos et al. (2015) observaram concentração média de 34,72 mg/dL. Ambos utilizaram animais da raça Santa Inês, com idade média de 90 e 100 dias, respectivamente. A amplitude do triglicéride desta pesquisa foi de 74 mg/dL, já Silva et al. (2020) a partir dos dados de triglicérides obtiveram um intervalo de 66 mg/dL de amplitude.

A concentração de colesterol foi mais no SI e SO, estando estatisticamente igual ao MN e o SRD apresentou a menor concentração de colesterol (Tabela 1). O intervalo para colesterol encontrado neste estudo foi de 26,89 – 190,09 mg/dL, os valores de colesterol estiveram acima do intervalo considerado por Varamis (2018) foi de 15,0 – 139,9 mg/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade. Para Kaneko et al. (2008), o valor foi de 52,0 – 76 mg/dL. Para os dados de colesterol obtive-se amplitude de 163,0 mg/dL. Já Silva et al. (2020) observaram uma amplitude de 112 mg/dL, enquanto o de Kaneko et

al. (2008) possui amplitude de 24 mg/dL, 8 vezes menor. Balaro, Cardoso e Peneiras (2012) trabalhando com cordeiros Santa Inês a pasto no estado do Rio de Janeiro, obtiveram média de 70,05 mg dL⁻¹. Homem Junior et al. (2010), trabalhando também com cordeiros Santa Inês no estado de São Paulo, encontraram médias de colesterol entre 42,9 e 108,6 mg dL⁻¹. À vista disso, é possível observar que todos os resultados apresentados estariam fora do intervalo de normalidade sugerido por Kaneko et al. (2008). Costa et al. (2018) avaliaram ovinos Santa Inês com 120 dias de idade e observaram uma concentração alta de colesterol de 153,6 mg/dL.

A maior concentração de magnésio foi observada no MN e a menor no SRD, SO e SI são estatisticamente semelhantes o SI e o SRD são estatisticamente semelhantes. O intervalo para magnésio encontrado neste estudo foi de 2,10 - 5,23 mg/dL, os valores de magnésio são semelhantes aos encontrados por Varamis (2018) foi de 1,07 – 4,66 mg/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade. Para Kaneko et al. (2008), este intervalo foi de 2,2 – 2,8 mg/dL. Para os dados de magnésio a amplitude foi de 3,43 mg/dL. Para cordeiros Santa Inês, foram observados os seguintes valores médios de magnésio: 2,69 mg/dL (MACIEL et al., 2016), 2,36 mg/dL (BRANCO, 2015) e 2,4 mg/dL (BORBUREMA et al., 2012).

A concentração de proteína (P=0,199) e albumina (P=0,217) não foram influenciados pelas raças (Tabela 1). O intervalo de proteína encontrado nesta pesquisa foi de 3,30 - 4,80 g/dL, com média de 3,98 g/dL. O valor médio de proteína é semelhante ao encontrado por Varamis (2018) sendo de 3,10 – 11,40 g/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade. Kaneko et al. (2008) foi de 6,0 – 7,9 g/dL. Gouveia et al. (2015), utilizando animais sem padrão racial definido com idade média de seis meses, observaram o valor médio de proteína total de 7,06 g/dL, em Pernambuco. Mamíferos apresentam baixas concentrações de proteína ao nascimento, que aumentam após ingestão de colostro e leite, tornando a reduzir em torno de 1 a 5 semanas de vida, voltando a apresentar aumento até atingir níveis de adultos, entre 6 a 12 meses de idade. Portanto, variações são observadas e consideradas normais em animais jovens (BRANCO, 2015).

Branco (2015), constatou concentração média de PT de 5,78 g/dL para ovinos Santa Inês com 60 dias de idade, em Fortaleza; Libardi et al. (2018) observaram o valor médio de 5,93 g/dL para animais com idade média de 73 dias, no Paraná; e Marques (2007) verificou a média de 4,6 g/dL para machos castrados com idade média entre 3 a 4 meses, no município de Santa Terezinha, PB. Pode-se constatar que os valores para animais da raça Santa Inês apresentaram-se, em média, abaixo do limite inferior

preconizado por Kaneko et al. (2008) (6 g/dL), enquanto se encontram dentro do intervalo definido neste trabalho. Isso se explica por, além de serem dados nacionais, envolveram animais do mesmo grupo racial, tornando mais acurados comparações entre seus valores.

O intervalo de albumina encontrado nesta pesquisa foi de 1,84 - 4,85 g/dL, com média de 2,35 g/dL. O valor médio de albumina é semelhante ao encontrado por Varamis (2018) que é de 1,12 – 5,38 g/dL para ovinos de 0 até 12 meses de idade. Kaneko et al. (2008) é de 2,4 – 3,0 g/dL. Gouveia et al. (2015) observaram o valor médio de 3,13 g/dL para albumina em animais sem padrão racial definido com idade média de seis meses. Para ovelhas da raça Corriedale de quatro meses de idade. Para ovinos Santa Inês, foram obtidos os valores médios de 2,74 g/dL para ovinos com 60 dias de idade (BRANCO, 2015); 3,02 g/dL para machos com idade média de 100 dias (BORBUREMA et al., 2012); e 2,78 g/dL para machos castrados com idade média entre três a quatro meses. Silva et al. (2020) trabalhando com ovinos de até 12 meses de idade, observaram intervalo de proteína e albumina de 1,1 - 5,2 g/dL e 3,1 - 10,7 g/dL, respectivamente.

Proteína total ($P<.0001$), albumina ($P=0,005$), creatinina ($P=0,016$), ureia ($P<0001$), glicose ($P<.0001$), triglicerídeos ($P<.0001$), colesterol ($P<.0001$) e magnésio ($P<.0001$) apresentaram diferença significativa em função da temperatura do ar (Tabela 1). A proteína, albumina, creatinina, ureia, triglicerídeos diminuíram com o aumento da temperatura do ar; já a glicose, colesterol e magnésio aumentaram com a elevação da temperatura (Tabela 1). Observa-se que entre 24 e 28°C as concentrações dos parâmetros bioquímicos variaram para mais ou menos, as variáveis proteína, albumina, creatinina, ureia e triglicerídeos decresceram 11,24; 11,38; 20,93; 60,73 e 44,38%, respectivamente. Já a glicose, colesterol e magnésio aumentaram 42,43; 54,16 e 51,91%, respectivamente, com o aumento da temperatura.

Alterações fisiológicas como a prenhez também influenciam na concentração sanguínea de glicose, assim como fatores ambientais como o estresse, que por sua vez é capaz de alterar a dinâmica hormonal que regula a gliconeogênese e a utilização celular da glicose, podem elevar os níveis na corrente (KOZLOSKI, 2017).

Sá et al. (2014) em estudo com borregos sem padrão racial definido, confinados no estado do Tocantins, encontraram médias entre 30,51 e 40,28 mg dL⁻¹. Santos et al. (2015) trabalhando em Minas Gerais com cordeiros Santa Inês de até 90 dias de idade encontrou média de 34,72 mg dL⁻¹. É possível observar que os resultados encontrados advêm de animais de raças e idades distintas, criados em diferentes estados, em condições ambientais condizentes com a localidade dos experimentos.

Durante o estresse térmico, uma das principais funções dos glicocorticoides é favorecer o catabolismo proteico, convertendo a proteína em aminoácidos para apoiar a gliconeogênese. O nível de glicose indica também falhas na homeostase (SEJIAN et al., 2010).

O estresse térmico tem maior efeito sobre a concentração de colesterol total do que o estresse nutricional, o que pode ser atribuído ao aumento da utilização de ácidos graxos para a produção de energia, como uma consequência da diminuição de concentração de glicose em animais estressados termicamente. Entretanto, pouca atenção tem sido dada ao estudo dos possíveis efeitos da temperatura ambiente efetiva elevada, nos climas tropicais e subtropicais, sobre as concentrações séricas de colesterol. Além do estresse térmico, fatores como número de dias após o parto, número de lactações, idade, nível de produção leiteira e estação do ano podem acarretar alterações nas concentrações plasmáticas de colesterol (RASOOLI et al., 2004).

Ribeiro et al. (2017) avaliando caprinos nativos na estação seca (43,5°C) e chuvosa (38,7°C) observaram que a necessidade de glicose aumenta, causando a mobilização do triglicerídeos para a produção de energia.

Com relação aos hormônios (Tabela 1) observa-se que T4 (P<.0001) e cortisol (P<.0001) apresentaram efeito de interação raça x temperatura. Como também o T4 (P=0,001) e o cortisol (P=0,001) apresentaram efeito de raça. Os hormônios mostraram efeito significativo (P<.0001) para temperatura. Observa-se que o MN e o SO apresentaram a maior concentração para T4 e a menor concentração foi o SRD, sendo o SI intermediário, ou seja, estatisticamente igual ao SRD e aos MN e SO. A maior concentração do cortisol é observada no SI e SRD, e menor no SO, estando o MN estatisticamente igual ao SO e ao SI e SRD.

Quando a temperatura aumenta, a concentração de hormônios tireoidianos diminui como forma de restringir também o metabolismo, reduzindo assim o calor endógeno produzido; já o cortisol aumenta sendo diretamente ligado ao colesterol que aumenta também com a elevação do cortisol e da temperatura; comportamento semelhante foi observado por Ribeiro et al. (2018) à medida que a temperatura aumentou, o cortisol também cresceu e o T3 e T4 diminuíram. Esses achados sugerem que esta diminuição é também um mecanismo adaptativo para reduzir calor (COSTA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2016).

O metabolismo é reduzido durante o estresse térmico e acelerado durante o estresse por frio. Estas mudanças são controladas por T3, T4 e COR, os quais facilitam a

adaptação fisiológica às mudanças nas condições climáticas. Sabe-se que as variações sazonais sanguíneas e fisiológicas podem ocorrer devido à atividade dos núcleos supraquiasmáticos hipotalâmicos, que regulam as funções metabólicas e endócrinas (PICCIONE et al., 2012). Alterações endócrinas e fisiológicas refletem mecanismos adaptativos endógenos às mudanças ambientais associadas às altas temperaturas.

As variáveis hematológicas não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) para interação raça e temperatura (Tabela 2). Hemácias ($P = 0,002$), hematócritos ($P = 0,010$) e VGM ($P = 0,006$) apresentaram efeito significativo para raça. Hemácias ($P < 0,0001$), hematócrito ($P < 0,0001$) e VGM ($P < 0,0001$) demonstraram efeito significativo para temperatura. A raça SO apresentou maior valor para hemácias, e o MN menor valor, com relação ao hematócrito a SO indicou maior valor e a MN e SRD menor valor, o VGM esteve maior na MN e menor no SRD e SO, observa-se que o SI e a raça intermediária que menos sofre. Essas mudanças são provavelmente adaptativas e foram adquiridas ao longo dos anos em função das condições ambientais da região estudada. Seixas et al. (2017) avaliando os ovinos Santa Inês e Morada Nova constataram que os teores de hemoglobina foram maiores na Morada Nova em clima tropical no Distrito Federal.

Os valores hematológicos provavelmente refletem a capacidade adaptativa dos animais, pois eles adquiriram esse traço característico adaptando-se ao clima local ao longo de várias gerações (RIBEIRO et al., 2018). Os valores de hemácias, hematócrito e VGM reduziram com o aumento da temperatura. Em estudo com caprinos Azul, Ribeiro et al. (2018) observaram que os valores de hemetócrito, hemoglobina e VGM reduziram com o aumento da temperatura.

Na Tabela 3 observa-se as correlações de Pearson das variáveis bioquímicas sanguíneas, hormonais e hematológicas, constata-se que algumas correlações apresentaram significativas e acima de 0,40, ALB e COL (0,44); AL e MAG (-0,49); ALB e CHGM (0,42); GLI e COL (0,62); GLI e T3 (-0,48); GLI e MAG (-0,59); COL e MAG (-0,66); COL e HEM (-0,43); MAG e HEM (0,49); MAG e VGM (-0,55); MAG e CHGM (-0,52); HET e VGM (0,66), VGM e CHGM (0,48).

Na Figura 2 percebe-se a distribuição das raças, mostrando que o comportamento geral é bem semelhante com umas pequenas dispersões, o primeiro componente explica 52% da variação dos dados somado ao segundo explica-se 89%. Considerando a distância de Mahalanobis (Tabela 4) observa-se que a distância genética é baixa, porém é significativa entre MN e SRD, MN e SO, SRD e SO, a raça SI não é diferente das demais.

A Figura 3 mostra a dispersão, o comportamento dos dados em função da temperatura, o primeiro componente explica 65% e juntamente com o segundo explica 85% da variação dos dados. As temperaturas 20, 24, 28 e 32°C apresentam-se como um único grupo com queda decrescente lenta nas variáveis, a temperatura de 36°C mostra-se um grupo distante e separado das demais. Na Tabela 5, tem-se as distâncias de *Mahalanobis* referentes as temperaturas, constata-se que a distância entre elas é grande e significativa. Os animais apresentam comportamento semelhante dentro das temperaturas, para manter-se dentro do conforto térmico com o mínimo de gasto energético e de estresse.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que em clima tropical os ovinos deslanados, independente da raça, sofrem alterações importantes nos parâmetros sanguíneos, hormonais e hematológicos. Os resultados deste estudo são importantes como referência para análise clínica dos parâmetros hematológicos de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, uma vez que na maioria das vezes, são utilizados como referência dados obtidos de ovinos exóticos de clima temperado com características zootécnicas bem diferenciadas das raças deslanadas. Os valores de Kaneko et al. (2008) não devem ser utilizados como parâmetros para comparar com os animais nativos.

Referências

- AYERS, M. C. C.; BIRGEL, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; BENESI, F. J. Avaliação da influência de fatores relacionados ao sexo sobre a variabilidade do eritrograma de zebuínos (*Bos indicus*, Linnaeus, 1758) da raça Nelore, criados no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.1, p.31-36, 2001.
- BALARO, M. F. A.; CARDOSO, E. C.; PENEIRAS, A. B. V. Ganho de peso e perfil metabólico sanguíneo de cordeiros alimentados com dietas contendo gordura protegida. *Agroecossistemas*, v.4, n.1, p.42-49, 2012.
- BORBUREMA, J. B.; CEZAR, M. F.; MARQUES, D. D.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; SOUSA, W. H.; FURTADO, D. A.; COSTA, R. G. Efeito do regime alimentar sobre o perfil metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.4, p.983-990, 2012. BRANCO,

K. F. C. Impacto da restrição alimentar sobre os parâmetros biométricos, hormonais e metabólicos de ovinos Santa Inês. 49f. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015.

COSTA, R. G.; RIBEIRO, J. M.; RIBEIRO, N. L.; RIBEIRO, M. N.; BOZZI, R. Efeito da estação sobre as respostas hormonais de caprinos crioulos do semiárido do Brasil. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, v.6, p.424-431, 2015.

COSTA, R. G.; RIBEIRO, N. L.; NOBRE, P. T.; CARVALHO, F. F. R.; MEDEIROS, A. N.; CRUZ, G. R. B.; FREIRE, L. F. S. Biochemical and hormonal parameters of lambs using guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste in the diet. *Tropical Animal Health and Production*, v.50, p.217-221, 2018.

FERREIRA NETO, J. M.; VIANA, E. S. Patologia clínica veterinária. Belo Horizonte: Rabelo, 1977.

GONSALVES NETO, J.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, H. G. O.; ALVES, E. M.; SANTOS, E. D. J.; SILVA, Á. C.; CORRÊA, Y. R. Tipos de ureia e fontes de carboidratos nas dietas de cordeiros: síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio. *Revista Electrónica de Veterinaria*, v.19, p.1–15, 2017.

GOUVEIA, L. N. F.; MACIEL, M. V.; SOARES, P. C.; SILVA NETO, I. F.; GONÇALVES, D. N. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.1, p.5–9, 2015.

HOMEM JUNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; GONÇALVES, J. D. S.; SANTOS, V. C.; SATO, R. A. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, n.39, v.3, p.563–571, 2010.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. Academic Press, San Diego, 2008.

KOZLOSKI, G. V. *Bioquímica dos ruminantes*. 3.ed. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência. Editora UFSM, 2017.

KUMAR, D.; YADAV, B.; CHOUDHURY, S.; KUMARI, P.; MADAN, A. K.; SINGH, S. P.; ROUT, P. K.; RAMCHANDRAN, N.; YADAV, S. Evaluation of adaptability to different seasons in goat breeds of semi-arid region in India through differential expression pattern of heat shock protein genes. *Biological Rhythm Research*, v.15, p.1-3, 2017.

LEITE, P. G.; MARQUES, J. I.; FURTADO, D. A. et al. Ethology, physiological, and ingestive responses of sheep subjected to different temperatures and salinity levels of water. *Int. J. Biometeorol*, v.63, p.1091–1098, 2019.

LIBARDI, K. D. C.; COSTA, P. B.; OLIVEIRA, A. A. M. A.; CAVILHÃO, C.; HERMES, P. R.; RAMELLA, J. R. P. 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.

LIMA, E. H. F.; MENDONÇA, C. L.; CAJUEIRO, J. F. P.; CARVALHO, C. C. D.; SOARES, P. C.; SOUTO, R. J. C.; DRUMMOND, A. R. F.; AFONSO, J. A. B. Efeito da monensina sódica sobre o perfil metabólico de ovelhas antes e após o parto. *Ciência Animal Brasileira*, v.17, n.1, p.105–118, 2016.

MARQUES, K. S. Perfil metabólico de cordeiros em pastejo submetidos a diferentes ambientes e suplementações alimentares no semi-árido paraibano. 44f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2007.

OLIVEIRA, R. P. M.; MADURO, A. H. P.; OLIVEIRA, F. F.; LIMA, E. S. Perfil metabólico de ovelhas Santa Inês em diferentes fases de gestação criadas em sistema semi-intensivo no Estado do Amazonas. *Ciência Animal Brasileira*, v.15, n.1, p.81–86, 2014.

PICCIONE, G.; MESSINA, V.; VAZZANA, I.; DARA, S.; GIANETTO, C.; ASSENZA, A. Seasonal variations of some serum electrolyte concentrations in sheep and goats. *Comparative Clinical Pathology*, v.21, n.5, p.911–915, 2012.

RASOOLI, A.; NOURI, M.; KHADJEH, G. H.; RASEKH, A. The influence of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. *Journal Veterinary Research*, v.5, n.2, p.1383–1391, 2004.

RIBEIRO, M. N.; RIBEIRO, N. L.; BOZZI, R.; COSTA, R. G. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress – a review. *Journal of Applied Animal Research*, v.46, n.1, p.1036-1041, 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.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; BOZZI, R. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in

the Brazilian semiarid region. *Italian Journal of Animal Science*, v.17, n.2, p.454-461, 2017.

SÁ, H. M.; TELES, T. L.; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Perfil metabólico em ovinos alimentados com inclusões crescentes da torta do babaçu na dieta. *Veterinária Notícias*, v.20, n.2, p.48–56, 2014.

SANTOS, F. M. S. C.; SOARES, P. C.; MESQUITA, E. P.; OLIVEIRA FILHO, E. F.; GUIDO, S. I.; ALVES, K. H. G.; BARTOLOMEU, C. C.; AMORIM, M. J. A. A. L. Perfil bioquímico em ovelhas da raça Morada Nova nos períodos de gestação, parto e pós parto. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, v.17, n.1, p.24–29, 2014.

SANTOS, R. P.; SOUZA, L. F.; SOUZA, J. T. L.; ANDRADE, M. E. B.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Parâmetros sanguíneos de cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.3, p.473-478, 2015.

SAS Institute. SAS system for Windows. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc. 2001.

SEIXAS, L.; MELO, C. B.; TANURE, C. B.; PERIPOLLI, V.; MCMANUS, C. Heat tolerance in Brazilian hair sheep. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, v.30, n.4, p.593-601, 2017.

SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health and Production*, v.42, n.8, p.1763-1770, 2010.

SILANIKOVE, N.; KOLUMAN, N. N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*, v.123, p.27-34, 2015.

SILVA, E. R. R.; HUNKA, M. M.; FERREIRA, M. P. B.; ALMEIDA, T. L. A. C.; VAZ, S. G.; MÉLO, S. K. M.; MANSO, H. E. C. C. C.; MANSO FILHO, H. C. Biomarcadores sanguíneos de caprinos Saanen com diferentes faixas etárias. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.24, n.1, p.22-26, 2017.

SOARES, P. C.; GOUVEIA, L. N. F.; SILVA, T. G. P.; OLIVEIRA FILHO, E. F.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; LIMA JÚNIOR, D. M.; CARDOSO, D. B. Metabolic dynamics of native lambs fed with Tifton 85 hay or Maniçoba hay associated with the spineless cactus. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.72, n.1, p.215-223, 2020.

VALLADA, E. P. Manual de técnicas hematológicas. São Paulo: Atheneu. 1999.

VARANIS, L. F. M. Prospecção de metabólitos sanguíneos referenciais para ovinos em distintas categorias. 88f. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

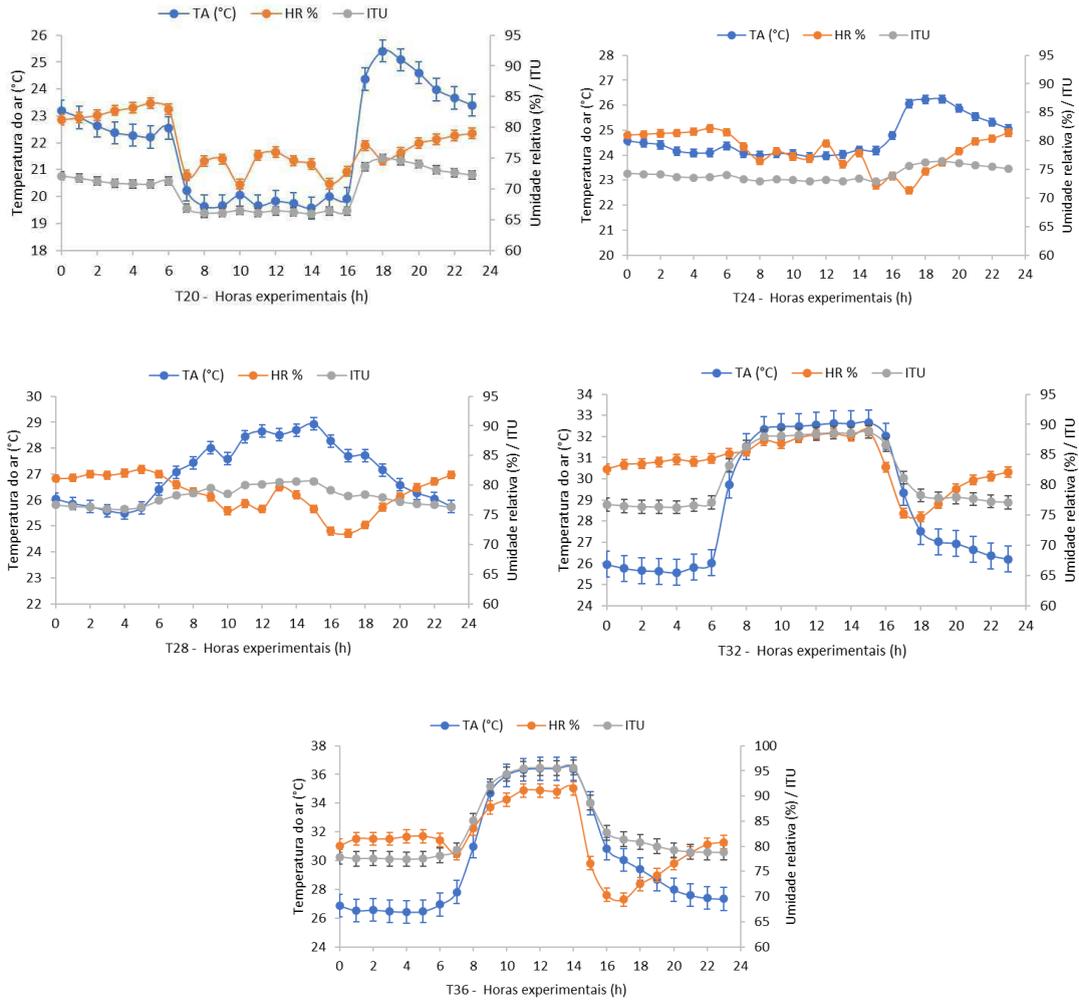


Figura 5. Variáveis climáticas em função dos tratamentos.

Tabela 5. Parâmetros bioquímicos sanguíneos e hormonais de ovinos nativos submetidos a diferentes temperaturas

Variáveis	Raças - R				Temperatura - T (°C)				EPM		Valor de P		
	MN	SI	SRD	SO	20	24	28	32	36	R	T	R*T	
Bioquímicos													
Proteína total (g/dL)	3,95	3,98	4,05	3,93	4,18a	4,11a	4,04ab	3,86bc	3,71c	0,24	0,199	<.0001	0,435
Albumina (g/dL)	2,45	2,35	2,30	2,31	2,46a	2,48a	2,34ab	2,31ab	2,18b	0,31	0,217	0,005	0,543
Creatinina (mg/dL)	0,40	0,39	0,36	0,38	0,43a	0,40ab	0,39ab	0,37ab	0,34b	0,09	0,251	0,016	0,742
Ureia (mg/dL)	27,27a	24,05ab	21,94b	26,85a	47,41a	19,80b	20,52b	18,78b	18,62b	5,67	0,001	<.0001	<.0001
Glicose (mg/dL)	59,05ab	57,86b	52,48c	61,44a	38,88d	54,65c	63,11b	64,37ab	67,53a	4,94	<.0001	<.0001	<.0001
Triglicédeos (mg/dL)	30,94ab	28,83ab	28,40b	33,76a	44,10a	33,88b	28,30bc	23,76c	24,53c	7,17	0,033	<.0001	0,148
Colesterol (mg/dL)	75,04ab	82,55a	67,46b	78,88a	46,14c	59,20c	85,86b	88,06b	100,66a	16,33	0,004	<.0001	<.0001
Magnésio (mg/dL)	3,80a	3,37bc	3,13c	3,47b	2,26d	2,79c	3,67b	3,80b	4,70a	0,38	<.0001	<.0001	<.0001
Hormônios													
T4 (ng/mL)	1,31a	1,20ab	1,15b	1,27a	1,58a	1,30b	1,18bc	1,15c	0,95d	0,17	0,001	<.0001	<.0001
T3 (ng/mL)	0,99	0,95	0,97	0,93	0,96b	1,17a	0,97b	0,89bc	0,80c	0,16	0,389	<.0001	0,765
Cortisol (ng/mL)	7,38ab	7,71a	7,74a	7,04b	4,77d	6,41c	8,30b	8,31b	9,54a	0,75	0,001	<.0001	<.0001

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; EPM - Erro padrão da média; MN - Morada Nova; SI - Santa Inês; SRD- sem padrão racial definido; SO – Soinga.

Tabela 6. Parâmetros hematológicos sanguíneos de ovinos nativos submetidos a diferentes temperaturas

Variáveis	Raças - R				Temperatura - T (°C)				EPM		Valor de P		
	MN	SI	SRD	SO	20	24	28	32	36	R	T	R*T	
<i>Hemograma</i>													
Hemácias	8,91b	9,75ab	9,63ab	10,20a	10,31a	10,32a	10,05ab	8,41b	8,99bc	1,33	0,002	<.0001	0,606
Hemoglobina (g/dl)	12,13	9,89	10,00	10,32	10,52	10,15	9,70	9,98	12,60	7,79	0,532	0,588	0,296
Hematócrito (%)	27,10b	28,60ab	27,28b	29,53a	31,50a	30,39a	29,92a	27,16b	21,57c	3,29	0,010	<.0001	0,939
VGM (fl)	30,59a	29,26ab	28,63b	28,38b	31,70a	31,26a	29,82b	29,18b	24,00d	2,27	0,006	<.0001	0,082
CHGM (g/dl)	34,73	35,09	34,17	35,40	33,43	33,36	32,05	33,34	42,24a	2,76	0,210	0,0546	0,298

Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; VGM- volume globular médio; CHGM - concentração de hemoglobina globular média; MN - Morada Nova; SI - Santa Inês; SRD - sem padrão racial definido; SO - Soinga.

Tabela 7. Correlação de Pearson entre as variáveis bioquímicas sanguíneas, hormonais e hematológicas de ovinos de diferentes raças

PT	ALB	CRE	URE	GLI	COL	T3	T4	COR	MAG	HEM	HET	HEO	VGM	CHGM
ALB	0,15	0,28*	0,30*	-0,27*	0,44*	0,02	-0,08	0,26*	-0,49*	-0,29*	0,04	-0,10	0,31*	0,42*
CRE	-	0,04	0,26*	0,07	0,09	0,04	-0,02	0,00	-0,11	0,25*	-0,09	-0,11	0,08	0,26*
URE	-	-	0,29*	-0,01	0,29*	0,15	0,11	-0,09	-0,37*	-0,04	-0,00	-0,09	0,07	0,20*
GLI	-	-	-	0,02	0,62*	-0,48*	-0,01	-0,07	-0,59*	-0,21*	0,13	0,04	0,33*	0,34*
TRI	-	-	-	-	-0,15	-0,00	-0,13	-0,13	0,08	0,14	0,32*	0,08	0,04	-0,31*
COL	-	-	-	-	-	-0,33*	0,06	0,11	-0,66*	-0,43*	0,11	0,00	0,33*	0,35*
T3	-	-	-	-	-	-	-0,01	0,09	0,17	0,28*	-0,02	-0,12	0,06	0,09
T4	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-0,00	0,00	-0,04	-0,00	0,01	0,08
COR	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,21*	-0,34*	-0,01	-0,07	0,22*	0,26*
MAG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49*	-0,24*	0,03	-0,55*	-0,52*
HEM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,18*	-0,04	-0,25*	-0,10
HET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,66*	-0,20*
HEO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-0,09
VGM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,48*

*Significativo a 5%.

Tabela 8. Distância de Mahalanobis entre as raças estudadas

Raças	Santa Inês	SRD	Soinga
Morada Nova	1,66	2,88*	2,17*
Santa Inês	-	1,30	1,01
SRD		-	2,75*
Soinga			-

*Significativo a 5%.

Tabela 9. Distância de Mahalanobis entre as temperaturas avaliadas

Temperaturas (°C)	24	28	32	36
20	39,30*	56,07*	109,03*	195,75*
24	-	44,77*	62,60*	153,17*
28		-	29,58*	107,27*
32			-	93,18*
36				-

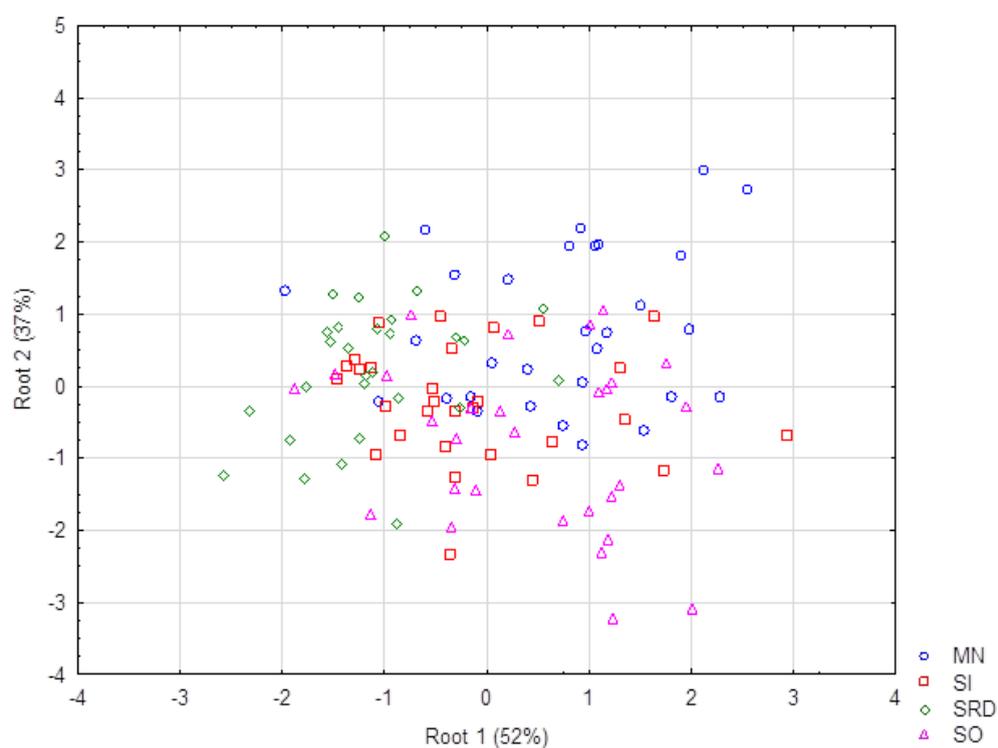


Figura 6. Gráfico bidimensional da distribuição das raças.

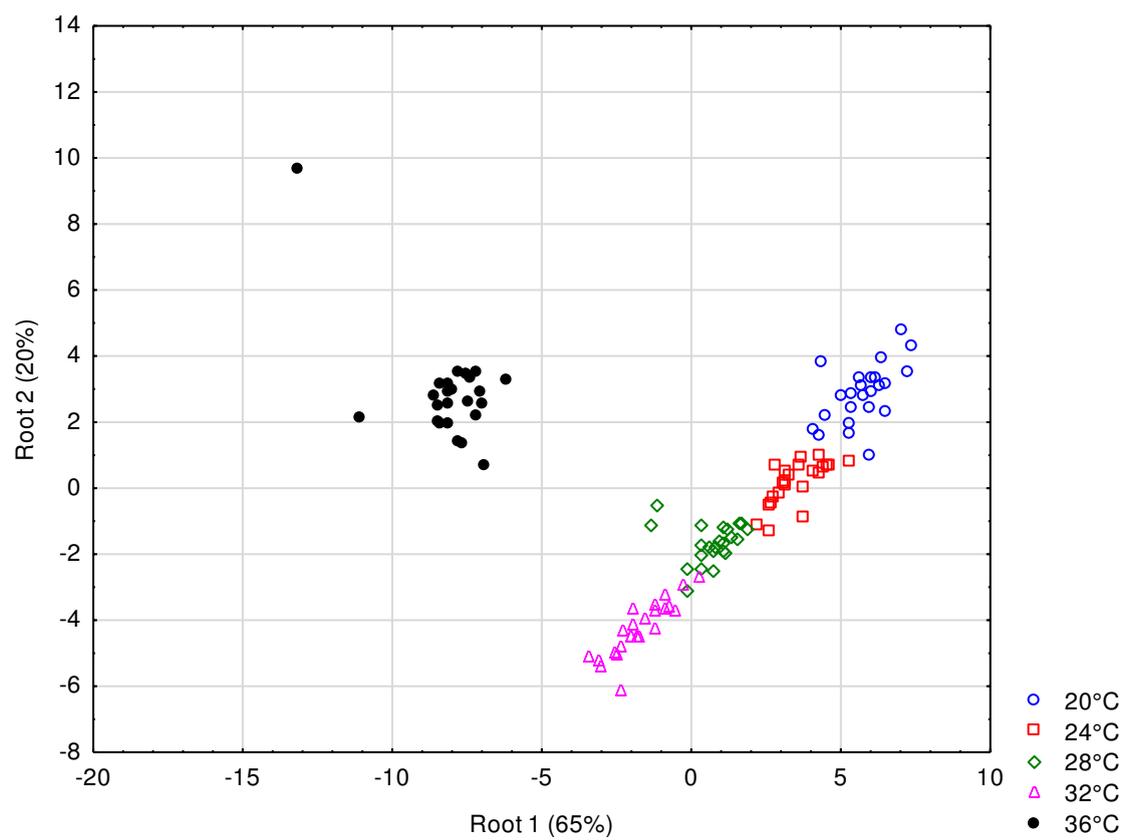


Figura 7. Gráfico bidimensional das temperaturas avaliadas.