

Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de ovinos nativos mantidos em condições controladas

Evaluation of the adaptation of different genetic groups of sheep in a bioclimatic chamber

*José Antônio Pires da Costa Silva¹
Maycon Rodrigues da Silva²
Bonifácio Benício de Souza^{*3}
Dermeval Araújo Furtado⁴
Nágela Maria Henrique Mascarenhas⁵
Talícia Maria Alves Benício⁶
Raimundo Calixto Martins Rodrigues⁷
Ricardo de Sousa Silva⁸
Luanna Figueirêdo Batista⁹
Patricio Borges Maracaja¹⁰
Aline Carla de Medeiros¹¹*

RESUMO: Objetivou-se avaliar e comparar a adaptabilidade dos genótipos Soinga, Morada Nova, Santa Inês e Sem Raça Definida (SRD) submetidos a três temperaturas distintas controladas em câmaras climática. Foram utilizados 24 ovinos machos, não castrados, 6 de cada genótipo, com média de cinco meses e peso médio de 25kg. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 4, sendo 3 temperaturas (24, 28 e 32 °C) e 4 grupos raciais (Santa Inês, Morada Nova, Soinga e SRD) com 6 repetições, repetido no tempo. Os animais foram expostos a cada temperatura por 15 dias consecutivos, sendo 12 dias de adaptação e os 03 últimos dias de coleta de dados. Entre cada tratamento, os animais ficaram ao ar livre por cinco dias para eliminar o efeito residual. Os dados ambientais estudados foram: Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGN), Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), Umidade Relativa e Temperatura Ambiental (TA). Para avaliação dos parâmetros fisiológicos foram aferidas a temperatura retal e superficial e frequência respiratória. O ITGU no fator 24 °C e 28 °C apresentou-se dentro da faixa de conforto térmico (72,81) e estresse leve (75,62) respectivamente, já no fator 32°C apresentaram-se em uma situação de alto estresse térmico (84,05). A UR do tratamento 32° C (85,53%) apresentou-se acima da zona de conforto térmico. As maiores médias de temperatura superficial foram observadas no tratamento 32 °C. Em relação aos parâmetros fisiológicos, houve efeito significativo para TR entre os fatores estudados, para FR e TS não houve efeito significativo. Os grupos genéticos em estudo apesar de apresentarem pequena elevação dos parâmetros fisiológicos FR, TR e TS, mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie, demonstrando assim estarem fisiologicamente bem adaptadas.

Palavras chave: adaptabilidade, ambiência, ovinos nativos, câmara climática

ABSTRACT - The objective was to evaluate and compare the adaptability of the Soinga, Morada Nova, Santa Inês and mixed breed animals, submitted to three different temperatures controlled in climatic chambers. 24 uncastrated male sheep were used, 6 of each genome, with a mean of five months and a mean weight of 25 kg. A completely

¹ Médico veterinário, Mestre pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail:

² Médico veterinário, Doutor pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: mayconrvet@gmail.com

^{*3} Autor correspondente. Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: bonifacio.ufcg@gmail.com

⁴ Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. E-mail: araujodermeval@gmail.com

⁵ Engenheira Agrônoma – Instituto Federal do Semiárido – INSA. E-mail: eng.nagelamaria@gmail.com

⁶ Professora do Centro Universitário de Patos - Departamento de Medicina Veterinária – UNIFIP, Patos-PB. E-mail: taliciabenicio@fiponline.edu.br

⁷ Doutorando do Programa de Engenharia Agrícola - UFCG

⁸ Universidade Vale do Salgado – Ico, Ce, Brasil. E-mail: luanna_151@hotmail.com

⁹ Doutorando do Programa de Engenharia Agrícola - UFCG

¹⁰ Prof. D. Sc. do PPGSA/CCTA/UFCG=Pombal – PB e Bolsista do CNPq/INSA Campina Grande – PB patricio.maracaja@jnsa.gov.br

¹¹ Prof. D. Sc. do PPGSA/CCTA/UFCG=Pombal – PB E`alinecarla.edu@gmail.com

randomized design (DIC) was used in a 3 x 4 factorial scheme, with 3 temperatures (24, 28 and 32 °C) and 4 racial groups (Santa Inês, Morada Nova, Soinga and mixed breed, with 6 replications, repeated in time. The animals were exposed to each temperature for 15 consecutive days, being 12 days of adaptation and the last 3 days of data collection. Between each treatment, the animals stayed in the open air for five days to eliminate the residual effect. The environmental data studied were: Black Globe Temperature Index (ITGN), Black Globe and Humidity Temperature Index (ITGU), Relative Temperature Index (TA). The rectal (RT) and superficial temperature (ST) and respiratory rate (RR) were measured for the evaluation of physiological parameters. The ITGU at the factor 24 °C and 28 °C was within the range of thermal comfort (72.81) and mild stress (75.62) respectively, while at the factor 32 °C they were in a situation of high stress thermal (84.05). The relative humidity at the 32 °C treatment (85.53%) was above the thermal comfort zone. The highest surface temperature averages were observed in the 32 °C treatment. Regarding the physiological parameters, there was a significant effect for RT among the studied factors, for RR and ST there was no significant effect. The genetic groups under study, despite presenting a small increase in the physiological parameters, remained within the reference values for the species, thus demonstrating that they are physiologically well adapted.

Keywords: adaptability, ambience, native sheep, climate chamber.

INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes é comum em várias regiões do Brasil, podendo ser mais observada especialmente na região semiárida, em razão das suas capacidades produtivas e competências adaptativas. Esses animais adquiriram, através de um longo processo de seleção natural, características fisiológicas e físicas que garantem sua sobrevivência diante dos desafios que existem nesse ambiente, especialmente os de natureza climática. No Brasil, entre as raças de ovinos mais adaptadas às condições adversas, seja em sistema de pastejo ou de confinamento, destacam-se a Santa Inês, Morada Nova, Soinga e os animais sem raça definida (SRD) (SILVA et al., 2016).

A frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial, destacam-se como parâmetros de avaliação da adaptabilidade a um determinado ambiente, uma vez que estão relacionados aos mecanismos de trocas de calor entre o animal e o meio, sendo esses parâmetros utilizados como meio de avaliar a tolerância desses animais ao estresse térmico, de modo que com o aumento da temperatura ambiente, ocorre também o aumento dos valores desses parâmetros (BIANCA, KUNZ, 1978; QUESADA et al., 2001; NEIVA et al., 2004; BEZERRA et al., 2011; MCMANUS et al., 2011).

Os ovinos são animais homeotérmicos, podendo ser criados em diferentes ambientes, uma vez que se adaptam bem a variados climas (McMANUS et al., 2016a). No entanto, a habilidade de um animal de lidar ou se adaptar à sua situação atual depende de diferentes fatores, incluindo a espécie, potencial genético, estágio de vida, sistema de manejo e produção (DAS et al., 2016). Como resposta ao estresse térmico, esses animais desenvolvem variações frequentes nos mecanismos termorreguladores afim de garantir o controle do calor gerado e acumulado,

deste modo, sendo a evaporação respiratória o mecanismo principal utilizado para estabelecimento da homeotermia (MARAI et al., 2007; Da SILVA et al., 2017).

Os fatores climáticos que mais afetam a produção são a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, principalmente nas regiões dos trópicos (SEJIAN et al., 2018). Para os animais criados nos trópicos, o estresse por calor representa o maior desafio (EL-TARABANY; ATTA, 2017), sendo essencial o aprimoramento dos sistemas de produção e estratégias de criação, para amenizar o gasto energético realizado na tentativa de manter a homeotermia em áreas de características ambientais adversas (McMANUS et al., 2016a).

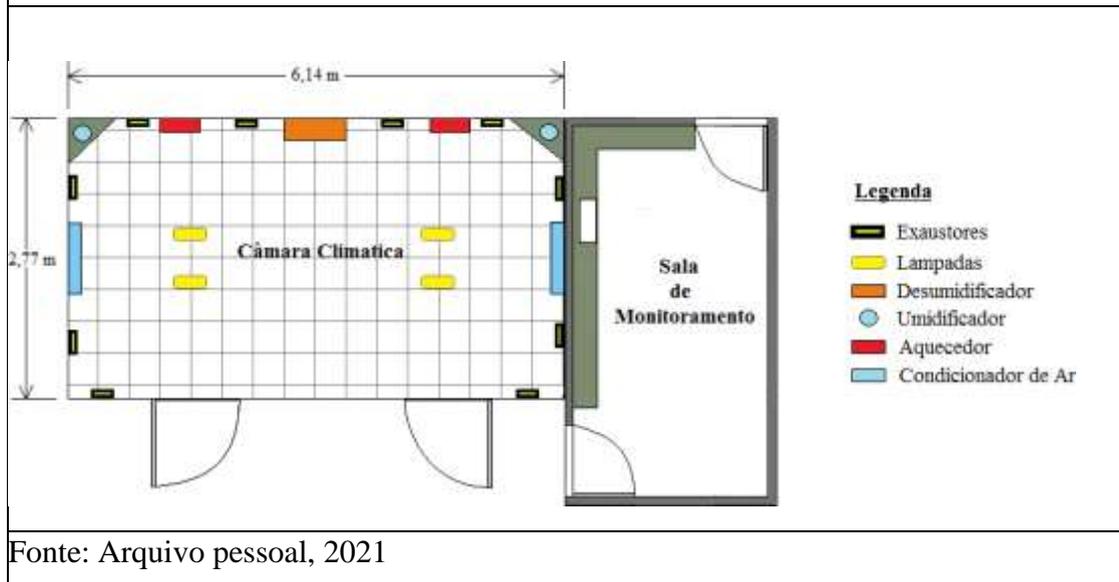
Avaliar o grau de adaptabilidade dos animais no ambiente em que estão inseridos, possibilita identificar animais com maior capacidade adaptativa e na preservação desses recursos genéticos para produção sustentável nas regiões semiáridas. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar a capacidade adaptativa dos genótipos Santa Inês, Morada Nova, Soinga e SRD, submetidos a três diferentes temperaturas controladas em câmara climática.

Material e métodos

Local do experimento

O experimento foi realizado em câmara climática (Figura 1), no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LACRA) da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Campina Grande-PB. A câmara climática utilizada possui 6,14m de comprimento, por 2,77 m de largura, com área construída de 17,00 m², confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em isopor, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo.

Figura 1: Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos.



Animais e manejo

Foram utilizados 24 ovinos machos, das raças Santa Inês, Morada Nova, do grupo genético Soinga e sem raça definida (SRD), seis de cada raça/grupo genético com idade média de cinco meses e peso médio de 25 kg e, todos os animais foram vermifugados no início do experimento.

Os animais foram mantidos em baias coletivas no interior da câmara climática (Figuras 2 e 3), em grupos de oito animais por baia, composta com dois de cada raça. O piso da câmara climática foi forrada com uma camada de 10 cm de maravalha de madeira, para que esta pudesse absorver parte das fezes e urina dos animais, com troca a cada semana. O arraçoamento dos animais foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00h e às 16:00h, com ajuste diário do consumo de modo a permitir 20% de sobras, e quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 horas.

Figura 2 – Baias na câmara climática.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

A água foi fornecida uma vez ao dia, em uma porção de 3 kg por animal ao dia, sendo o consumo quantificado de acordo com o total fornecido menos as sobras no período de 24 horas, a quantidade de água foi pesada em balança de precisão.

A alimentação foi composta de 60% de alimento fibroso, na forma de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) e 40% de ração concentrada balanceada, composta de farelo de soja, milho triturado, farelo de trigo, calcário calcítico e sal mineral, todos os animais receberam a mesma dieta.

Figura 3 – Ovinos nas baias.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Variáveis ambientais

Os animais foram expostos por 12 horas de exposição contínua durante 15 dias consecutivos em cada temperatura de 24°C, 28°C e 32°C e alternando com 12h de temperatura de conforto, previamente preconizada em 25°C. Onde, os 12 primeiros dias foram de adaptação e os 03 últimos dias de coleta de dados. Entre cada tratamento, os animais ficaram em temperatura ambiente por cinco dias para eliminar o efeito residual, totalizando 20 dias em cada tratamento.

Durante o período experimental, foram monitoradas no interior da câmara, a temperatura e umidade relativa do ar e a temperatura do globo negro, coletadas e registradas a cada 30 minutos, ao longo das 24 horas por sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados (SITRAD). As informações foram enviadas para o software de monitoramento da câmara (Figura 4 e 5).

Os dados ambientais foram registrados, simultaneamente, por meio de um datalogger tipo HOBO, com cabo externo acoplado ao globo negro, instalados no local do experimento, a uma altura semelhante à dos animais, o datalogger foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada 30 minutos, durante 24 horas de todos os dias de experimento.

Os valores dos índices de conforto térmicos foram determinados a partir dos dados coletados, no período de 6 às 18h com intervalo de uma hora. Para o cálculo do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), foi utilizada a fórmula sugerida por Buffington et al. (1981), expressa da seguinte maneira:

$$ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5$$

Onde:

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

Tpo: Temperatura do ponto de orvalho, °C.

Para o cálculo do Índice de temperatura e umidade (ITU), foi utilizada a seguinte expressão a partir do modelo imposto por Thom (1959):

$$ITU = (0,8 \times Ta + (UR/100) \times (Ta - 14,4) + 46,4)$$

Onde:

ITU: índices de temperatura e umidade, T_a : temperatura do ar, °C

UR: umidade relativa do ar, %.

Figura 4 – Ovinos nas baias.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Figura 5 – Datalogger e globo negro



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Variáveis fisiológicas

As variáveis fisiológicas foram medidas no turno matutino entre 9:00h e 9:30h, e no turno vespertino 15:00h e 15:30h, durante os últimos 03 dias de cada fase experimental, sendo coletadas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS).

A obtenção da temperatura retal foi realizada com a introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44°C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 05 cm, permanecendo por um período de 02 min.

A frequência respiratória foi medida por meio da auscultação indireta das bulhas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos, este valor foi então multiplicado por 2, obtendo-se assim a quantidade de movimentos por minuto.

A temperatura superficial (TS) de cada animal foi obtida através de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25) 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, através do qual foram obtidas temperaturas médias de três regiões abrangendo a maior parte do corpo do animal (incluindo pescoço, costado e glúteo, para obtenção da média da temperatura superficial, considerando-se a emissividade de 0,98. Com a média das temperaturas superficiais foram calculados os gradientes térmicos: TR-TS e TS-TA.

Análises estatísticas

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 4, sendo 3 temperaturas (24, 28 e 32 °C) e 4 grupos raciais (Santa Inês, Morada Nova, Soinga e SRD) com 6 repetições, repetido no tempo.

O programa utilizado foi Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1993), sendo aplicado o Teste Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias registradas para as variáveis ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura do globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), estão descritos na tabela 1.

TABELA 1 – Média das variáveis ambientais obtidas durante o experimento nos diferentes tratamentos.

Tratamentos em Temperaturas	Parâmetros e índice			
	TA (°C)	UR%	TGN (°C)	ITGU
24 °C	23,91	72,48	24,65	72,81
28 °C	28,35	76,71	26,57	75,62
32 °C	32,28	85,53	31,90	84,05

Baêta & Souza (1997) recomendam os valores entre 20 e 30°C como a zona de termoneutralidade para ovinos, na tabela 2 os valores da TA dos fatores 24°C e 28°C utilizados nesse experimento apresentam-se dentro da zona de conforto indicada pelos autores, exceto para o fator 32°C, que se encontra acima das referências citadas.

Segundo os mesmos autores, o limite de temperatura crítica de tolerância ao calor é de 35 °C, assim, a TA do fator 32° C, mesmo estando acima da zona de termoneutralidade citada, apresenta-se abaixo do limite crítico mencionado pelos autores. Segundo Silva et al. (2006) à medida que a TA se eleva, a capacidade da perda de calor sensível diminui, pelo fato do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente.

A UR foi respectivamente: 72,48; 76,71 e 85,53%. Segundo Baeta e Souza (1997) a UR devem estar entre 50 a 80%, portanto, a UR dos fatores 24°C e 28°C estiveram dentro da faixa preconizada pelos autores, entretanto no fator 32°C apresentou-se acima da zona de conforto térmico.

Segundo Souza (2010) ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie. De acordo com Oliveira et al. (2011), numa situação em que o ITGU se encontra acima de 85, associando-se a parâmetro como a FR, constataram que os ovinos encontravam-se em situação de estresse térmico.

Os mesmos autores afirmam que o valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos. Tomando por base essa informação pode-se induzir que os animais no presente estudo sofreram estresse médio-alto no fator 32° C. Para Cezar et al. (2004) em condições de clima semiárido, o ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços.

As médias registradas para ITGU nas três temperaturas estudadas foram respectivamente 72,81; 75,62 e 84,050. Segundo Santos et al. (2006) os valores de ITGU acima de 79 indicam ambiente perigoso para ovinos Santa Inês, Morada Nova e seus mestiços com a raça Dorper nas condições de clima semi-árido, assim, analisando o presente trabalho, verifica-se que o terceiro fator obteve média superior as registradas pelo autor.

Conforme Baêta & Souza (2010), valores de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 considera-se um estresse leve, entre 79 e 84 situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência, valores esses propostos para vacas leiteiras, porém também são utilizados para outras espécies.

Valores superiores de ITGU foram encontrados por Andrade et al. (2007) determinando diferentes ambientes de sombra e diferentes níveis de suplementação para ovinos Santa Inês em pastejo no semiárido nordestino, onde foram registrados ITGU de 91,28 no ambiente sem sombra, 85,11 em sombra artificial e 83,61 em sombra natural.

Mario et al (2013) em estudo, observaram valor de ITGU máximo de 94,8 no local de criação extensiva de ovinos. O que demonstra uma situação em que os animais estiveram expostos a um ambiente de desconforto térmico. Ao passo que Dantas et al. (2015) e Nobre et al. (2016) encontraram para médias do ITGU no turno da manhã e tarde (82.81 e 89.08 e 78.00 e 84.19), respectivamente.

Tomando por base o indicado pelos autores e os resultados do trabalho, os animais do presente estudo no fator 24 °C e 28 °C estão em um ambiente de conforto térmico (72,81) e estresse leve (75,62) respectivamente, já no fator 32 °C apresentaram-se em uma situação de alto estresse térmico (84,05).

Andrade (2006) afirma que animais em situação de estresse por calor devido aos efeitos da temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, vento e intensidade/duração do agente estressor sofrem um decréscimo no seu desempenho, distúrbios reprodutivos e também alimentares.

A análise de variância revelou interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores estudados para temperatura retal (TR) (Tabela 2).

TABELA 2 – Médias da temperatura retal (TR °C) de ovinos em função da temperatura do ar e grupos genéticos.

TAMPERATURAS DO AR (°C)			
GRUPOS GENÉTICOS	24	28	32
SOINGA	38.47Ab	38,77Aa	38,86Aa
MORADA NOVA	38.11Bc	38,49Ab	38,83Aa
SANTA INES	38.64Ab	38,78Ab	38,94Aa
SRD	38.57Ab	38,57Ab	38,89Aa
CV(%)		0,788	

Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si pelo teste de TUKEY ($P < 0,05$).

Observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) de grupos genéticos apenas no fator com temperatura de 24 °C, verificando-se que a raça Morada Nova apresentou menor média ($P < 0,05$) e os demais grupos genéticos não diferiram ($P > 0,05$) dentro desse tratamento. Para os tratamentos com temperaturas 28 e 32°C não se verificou efeito significativo de grupos genéticos ($P > 0,05$). Quando se verifica o efeito de tratamentos (Temperatura do Ar: 24, 28 e 32 °C) para cada grupo genético observa-se que no tratamento de 32°C a média da temperatura retal de todos os grupos genéticos foram mais elevadas ($P < 0,05$) em relação as registradas nas temperaturas de 24 e 28 °C.

A temperatura retal (TR) é um parâmetro bastante utilizado para se determinar o grau de adaptabilidade dos animais, uma vez que uma elevação acima da normalidade para a espécie indica que o animal está estocando calor, podendo o estresse térmico desenvolver-se.

De acordo com Bernabucci et al. (2014), o aumento da temperatura corporal do animal ocorre quando todos os mecanismos de troca de calor internos e externos extrapolam. Porém, no presente trabalho nota-se que apesar do aumento em todos os grupos genéticos durante os fatores estudados, mesmo nas condições mais estressantes, com a elevação da TA e do ITGU, que indicou situação de alerta (75,62) e de alto estresse (84,05) para os animais, a TR permaneceu dentro do intervalo de normalidade para ovinos (38,3°C a 39,9° C), demonstrando a boa adaptação dos grupos genéticos estudados, especialmente do SRD, os quais apresentaram a menor média geral. Segundo Silva et al., (2017) essas respostas sugerem que o uso do armazenamento térmico permitiu aos animais alcançar o equilíbrio com o meio ambiente e manter uma temperatura corporal estável.

No entanto nota-se que a temperatura retal aumentou em todos os grupos estudados,

sendo observado as maiores médias no tratamento 32°C, podendo ser justificado pelos elevados índices de UR e TA.

A TR é o resultado entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada, um aumento desse parâmetro significa que o animal está estocando calor, e se não houver dissipação, o estresse por calor se manifesta (Santos et al., 2006). O fato da TR não apresentar-se fora dos padrões normais para a espécie no presente estudo, demonstra que os grupos genéticos, na tentativa de manter a homeotermia, aumentaram a dissipação de calor pela termólise evaporativa, através da sudorese e da alta frequência respiratória observada no fator 32 °C (102,28) sugerindo que o sistema termorregulador foi usado com eficiência.

De acordo com Cunningham (2004), os valores da TR em ovinos podem variar de 38,5 a 39,9 °C, dependendo dos fatores que interferem e causam variações na temperatura corporal, como: exercício, idade, estação do ano, sexo, raça, período do dia e digestão de alimentos.

Cesar et al. (2004), em trabalhos com ovinos Santa Inês, mantidos na temperatura 33°C, obtiveram valores de TR de 40°C, acima dos valores de normalidade para a espécie. Resultados esses superiores aos encontrados no presente estudo, demonstrando que os mecanismos evaporativos de troca de calor forem eficazes, mantendo a temperatura retal, sem caracterizar estresse térmico.

A elevação da TR ocorre em razão do acúmulo de calor endógeno nos animais, porém manteve-se dentro dos limites de conforto térmico para os animais do presente estudo, mostrando que os ovinos dos grupos genéticos estudados apresentaram uma capacidade de dissipação de calor elevada visto que a TR é uma variável fisiológica de referência para a avaliação da homeotermia.

De acordo com Mcdowell et al. (1976), a elevação da temperatura retal em 1°C é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos, incluindo os ovinos. Como neste experimento não se constatou tal variação, confirma-se com base na temperatura retal a rusticidade e adaptabilidade dos grupos genéticos estudados em situações de temperaturas adversas.

Na tabela 3 estão descritos as médias para a frequência respiratória. A análise de variância não revelou interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores estudados para frequência respiratória (FR) (Tabela3). Havendo efeito independentes dos fatores. Não se verificou efeito significativo ($P > 0,05$) de grupos genéticos. Já com relação ao fator temperatura houve efeito significativo ($P < 0,05$) tendo as médias diferido pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) sendo a maior média observada para a temperatura de 32°C em relação as temperaturas de 24 e 28 °C, contudo

entre estas não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o referido parâmetro.

TABELA 3 – Médias das Frequências Respiratórias (FR) em função dos fatores: Temperatura do ar (°C) e Grupos Genéticos.

Fatores	Variável
Temperatura do ar (°C)	Frequência respiratória (mov./min.)
24	35,03B
28	31,45B
32	102,28A
Grupos genéticos	
Soinga	57,30A
Morada Nova	44,30A
Santa Inês	59,15A
SRD	54,30A
CV(%)	22,22

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna dentro de cada fator diferem pelo teste de TUKEY a 5% ($P<0,05$).

Segundo Reece (2017) a FR considerada normal para espécie ovina é de 16 a 34 movimentos por minuto de acordo com a faixa de normalidade. No presente estudo, para o fator avaliado temperatura do ar à 24 °C e 32 °C, assim como o fator grupos genéticos, a FR esteve acima do preconizado para esta espécie. Para o fator de temperatura 28°C a média dos animais se manteve dentro da normalidade.

O fator 32°C merece atenção especial, pois o valor de FR se mostrou muito elevado, demonstrando que, para retornar ao equilíbrio térmico foi necessária a ativação dos mecanismos de perda de calor na forma insensível (evaporação respiratória), devido aos mecanismos sensíveis de perder calor (radiação, condução e convecção) não serem eficientes nas condições estudadas, demonstrando assim que a frequência respiratória é a principal forma de perder calor para os ovinos.

Esta elevação na FR em ambientes com temperaturas elevadas também foram observadas por Neiva et al. (2004) os quais descrevem que em ovinos Santa Inês mantidos ao sol no turno vespertino, em temperatura ambiente de 32°C e 33,2°C, obtiveram FR de 91 e 115,4 movimentos por minuto, respectivamente.

Dados do presente estudo estão de acordo com Silanikove (2000) que descreve que a

frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 movimentos por minuto determina um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

Dessa forma, pode-se afirmar que os animais estudados sofreram estresse baixo no fator grupos genéticos e estresse alto no fator temperatura à 32 °C, justificado pela TA mais alta e ITGU elevado, ocasionando estresse consistente, demonstrado pelo aumento da FR que ultrapassou 100 movimentos por minuto.

Estes valores também diferem dos descritos por Starling et al. (2002), que trabalhando com ovinos Corriedale encontraram valores de 124,9 movimento respiratório por minuto a uma temperatura em câmara climática de 20°C, provavelmente esta diferença ocorreu pelo fato destes animais serem de raças lanadas, tendo maior dificuldade em calor.

Os resultados do presente trabalho, corroboram com os encontrados por Nobre et al. (2016) que observaram que ovinos Santa Inês sofreram estresse médio-alto e alto devido aos elevados valores de ITGU no período da tarde nas condições climáticas do Semiárido.

Os animais utilizam o aumento da FR como uma forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico, através da evaporação pulmonar (Martins Júnior et al., 2007), porém uma respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (Souza et al., 2008).

Diversos fatores agem na variação da FR em função da espécie animal, da raça, do tamanho corporal, da idade, temperamento, manejo, exercício físico, excitação, TA, gestação, estado de saúde e grau de enchimento do trato digestivo (Swenson & Reece 1996).

A eficiência dos mecanismos de troca de calor tanto sensível (condução, convecção e radiação) quanto insensível (sudorese e/ou frequência respiratória) para manter a homeotermia varia de ambiente para ambiente, por isto, altas frequências respiratórias não indicam necessariamente que o animal esteja em estresse térmico, isto é, se o animal for eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, mesmo que a FR esteja alta, pode não ocorrer estresse calórico (Eustáquio Filho et al., 2011).

Na tabela 5 estão descritos as médias para a temperatura superficial. A análise de variância não revelou interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores estudados para temperatura superficial (TS). Havendo efeito independente dos fatores. Observa-se que para o fator temperatura do ar houve efeito significativo ($P < 0,05$), tendo as médias diferido pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) sendo as maiores médias observadas para o fator 32°C, em relação aos fatores

de 24 e 28°C. Com relação ao fator grupo genético houve efeito significativo ($P > 0,05$) tendo as médias diferido pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) sendo as maiores médias gerais observadas para os ovinos SRD e Santa Inês. As TS dos animais avaliados elevaram-se à medida que a temperatura do ar aumentou (Tabela 4), isto ocorreu em razão da maior absorção de calor pela pele dos animais, como também pela vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a TS do animal (BAÊTA e SOUZA, 2010).

TABELA 4 – Médias das Temperaturas superficiais: Temperatura Superficial do Costado (TSC), Temperatura Superficial do Tórax (TST), Temperatura Superficial do glúteo (TSG) em função dos fatores: Temperatura do ar (°C) e Grupos Genéticos.

Fatores estudados	Parâmetros estudados		
Temperatura do ar (°c)	TSC	TST	TSG
24	35,37B	35,39B	34,82B
28	35,06C	35,10C	34,45C
32	37,90A	37,93A	37,81A
Grupos genéticos			
Soinga	35,88B	35,87B	35,47B
Morada nova	36,30A	35,87B	35,61AB
Santa ines	36,10AB	36,35A	35,82AB
SRD	36,17AB	36,36A	35,88A
- CV(%)	1,46	1,69	1,62

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna dentro de cada parâmetros diferem pelo teste de TUKEY a 5% ($P < 0,05$).

A transferência do fluxo sanguíneo para a superfície do corpo contribui para aumentar a TS e facilitar a dissipação de calor por mecanismo não evaporativo. Quando a temperatura do ar aumenta, o gradiente de temperatura entre a superfície corporal e o ambiente diminui, dificultando a dissipação de calor, aumentando assim a importância de mecanismos evaporativos como a FR.

As TS do fator 32 °C foram mais elevadas em decorrência das condições desse ambiente apresentar TA e ITGU mais elevados. Analisando o fator grupos genéticos, a TS do grupo genético SRD (36,17; 36,36; 35,88) e Santa Inês (36,10; 35,65; 35,82) ultrapassaram as médias dos demais grupos genéticos, que apesar de não apresentarem lã, os ovinos eram de pelagem escura, o que pode ter influenciado a elevação da TS. Animais com pelagem escura apresentam

maior absorção de radiação térmica, mesmo sem ter a influência direta da radiação solar (McMANUS et al., 2009).

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

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

Segundo Marai et al. (2007) os aspectos morfológicos como o tamanho, a forma e a área de superfície são importantes no balanço térmico do corpo. A temperatura da pele ou da superfície não depende apenas das condições ambientais, como também das propriedades de proteção, que são individualmente um conjunto de características morfológicas da pele (cor, espessura, glândulas sudoríparas, etc) e da pelagem (especialmente a espessura do revestimento, o número de fios por unidade de superfície, o diâmetro dos fios, o comprimento das cerdas e o ângulo dos fios com a superfície da pele), que permitem que o animal possa trocar calor com o ambiente através de radiação, convecção, evaporação e condução (ALMEIDA, 2006; SILVA, 2007).

CONCLUSÃO

Os grupos genéticos em estudo apesar de apresentarem pequena elevação dos parâmetros fisiológicos FR, TR e TS, mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie, demonstrando, assim, estarem fisiologicamente bem adaptados.

As variáveis fisiológicas aumentaram em função da temperatura do ar, mostrando-se mais elevadas na temperatura de 32°C. Todos os grupos genéticos estudados exibiram bons índices adaptativos, demonstrando adaptação às condições ambientais estudadas, sendo assim ótimas alternativas para os programas de cruzamento e melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.M.L. **Avaliação de parâmetros de desempenho, fisiológicos de ovinos machos castrados Santa Inês em pastagem com e sem sombreamento.** 2006, 121f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Itapetinga-BA: UESB, 2006.

ANDRADE, I. S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no Semiárido Paraibano**. Patos: UFCG, 2006, 53 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

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

BERNABUCCI, U. et al. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 1, p. 471-486, 2014.

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

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.

CEZAR, M. F. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 614-620, 2004.

COUTO, S. K. A. et al. Influência de dois ambientes sobre a degradabilidade “in situ” de alimentos em caprinos e ovinos no semi-árido. **Simpósio de construções rurais e ambiência**, v. 1, 2004.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária (3ª edição)**. Ed. Guanabara Koogan, São Paulo, 596p, 2004.

DANTAS, N. L. B. et al. Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 397-407, 2015.

LEITÃO, M.V.B. et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1355-1360, 2013.

JÚNIOR, L. M. M. et al. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de meio-norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, 2007.

MATA E SILVA, B. C. et al. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1767-1772, 2013.

McDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 965-973, 1976.

MCMANUS, C. et al. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. Suppl. Esp, p. 107-120, 2011.

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

NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 668-678, 2004.

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

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

QUEIROZ, E. O. et al. Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 199-209, 2015.

REECE, O.W, DUKES - **Fisiologia dos Animais Domésticos**, 13. ed. Guanabara Koogan, Rio

de Janeiro. 2017.

SANTOS, A. D. F. et al. Parâmetros reprodutivos de bodes submetidos ao manejo de fotoperíodo artificial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1926-1933, 2006.

SANTOS, Jose Romulo Soares dos et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 995-1001, 2006.

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

SILVA, E. M. N. da et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 516-521, 2006.

SILVA, J.A. **Balço térmico de ovinos morada nova mantidos ao sol e à sombra semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal da Paraíba, Areia. 67 f. 2017.

SILVA, J. A. da et al. **Balço térmico de ovinos morada nova mantidos ao sol e à sombra semiárido brasileiro**. 2017.

DA SILVA, M. R. et al. Heat stress and its influence on hormonal physiology of small ruminants. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, n. 2, p. 50-54, 2020.

SOUZA, B. B. da et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010.

SOUZA, B. B. de et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p.275-280, 2008.

STARLING, J. M. C. et al. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de

adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2070-2077, 2002.

SWENSON, M. J., REECE, W. O. DUKES, **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan. 11ed. 856p. 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análise estatística**. Viçosa, MG, 1993.

.