

Parâmetros fisiológicos utilizados na avaliação do estresse térmico em ovinos criados no Brasil – Revisão sistemática

Physiological parameters used in the evaluation of heat stress in sheep raised in Brazil – Systematic review

Gabriel de Queiroz Rodrigues¹

Bonifácio Benício de Souza^{*2}

Manoella de Queiroz Rodrigues Limeira³

Luanna Figueirêdo Batista⁴

Arliston Pereira Leite⁵

Clécio Henrique Limeira⁶

Talícia Maria Alves Benício⁷

Juliana Paula Felipe de Oliveira⁸

Patrício Borges Maracaja⁹

Ariadne de Barros Carvalho¹⁰

Aline Carla de Medeiros¹¹

RESUMO - O Brasil possui dimensões continentais, e como consequência apresenta variações climáticas que interferem na produção animal, sendo necessário elaborar estratégias específicas para cada região para melhorar o conforto térmico dos animais. Nesse contexto a escolha de raças ou grupos genéticos adaptados ao clima regional é fundamental, e a análise dos parâmetros fisiológicos são as ferramentas mais usadas para identificar o nível de tolerância ao calor em ovinos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão sistemática para analisar e discutir os principais parâmetros fisiológicos utilizados na avaliação de estresse por calor em ovinos criados no Brasil. Foram feitas busca em quatro bases eletrônicas de dados que retornaram 930 resultados, dos quais 20 preencheram os critérios pré-estabelecidos e foram incluídos na revisão sistemática. Os estudos publicados confirmam a importância dos parâmetros fisiológicos como métodos de avaliação do estresse térmico em ovinos, devendo ser encorajado o uso desses métodos pelos produtores como forma de implantação ou melhoramento de seus rebanhos.

Palavras-chave: Estresse por calor, ovinos, adaptação e variáveis fisiológicas.

ABSTRACT - Brazil has continental dimensions, and as a consequence it presents climatic variations that interfere in animal production, being necessary to elaborate specific strategies for each region to improve the thermal comfort of animals. In this context, the choice of breeds or genetic groups adapted to the regional climate is fundamental, and the analysis of physiological parameters are the most used tools to identify the level of heat tolerance in sheep. Thus, the objective of this work was to carry out a systematic review to analyze and discuss the main physiological parameters used in the assessment of heat stress in sheep raised in Brazil. Four electronic databases were searched and returned 930 results, of which 20 met the criteria and were included in the systematic review. Published studies confirm the importance of physiological parameters as methods of evaluating heat stress in sheep, and the use of these methods by producers should be encouraged as a way to implement or improve their herds.

Keywords: Heat stress, sheep, adaptation and physiological variables.

¹ Médico veterinário – Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gabrielmed.veterinario@hotmail.com

² Professor Titular – Universidade Federal de Campina Grande. * E-mail: bonifacio.ufcg@gmail.com

³ Professor, Departamento de Agrárias e Humanas, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil.

⁴ Universidade Vale do Salgado – Ico, Ce, Brasil. E-mail: luanna_151@hotmail.com

⁵ Médico veterinário – Doutorado em Ciência e Saúde Animal – UFCG. E-mail:

⁶ Doutorado em Ciência e Saúde Animal - Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: E-mail: cleciolimeira@hotmail.com

⁷ Professora Do Centro Universitário de Patos - Departamento de Medicina Veterinária – Unifip, Patos-PB. E-mail:

taliciabenicio@fiponline.edu.br

⁸ Zootecnista, Doutorado em Zootecnia – Professora da Universidade Federal de Sergipe – UFS. E-mail: jupaula.oliv@yahoo.com.br

⁹ Prof. D. Sc. do PPGSA/CCTA/UFCG=Pombal – PB e Bolsista do CNPq/INSA Campina Grande – PB patricio.maracaja@jnsa.gov.br

¹⁰ Possui graduação em Medicina Veterinária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (2016) e Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Campina Grande

¹¹ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil. carvalhoariadne@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade socioeconômica importante no Brasil, principalmente nas regiões Nordeste e Sul, que juntas concentram aproximadamente 87% do rebanho ovino nacional (MONTEIRO et al., 2021). O sucesso da ovinocultura depende de resultados positivos no desempenho de cada animal, e para uma boa adaptação a ambientes com altas temperaturas se faz necessário a criação de animais adaptados às condições climáticas nas quais os mesmos estão submetidos. Por ser um país de dimensões continentais, o Brasil apresenta características climáticas variadas que podem interferir na produção e produtividade animal. Isso demanda cuidado do produtor rural ao escolher uma determinada raça ou grupo genético no momento de implantar, expandir ou melhorar geneticamente seus rebanhos ovinos, considerando que uma raça que se adapta bem ao clima de uma região do país pode não ser adaptada a outras áreas do território nacional (MCMANUS et al., 2016).

Em algumas regiões do Brasil encontra-se áreas com clima seco, temperaturas altas e elevados níveis de evaporação durante a maior parte do ano, enquanto outras apresentam épocas com alto índice de umidade e temperaturas elevadas, o que acarreta estresse térmico para os animais, e, conseqüentemente, mecanismos compensatórios fisiológicos são ativados objetivando manter a homeostase em detrimento ao desempenho zootécnico, resultando em uma redução no ganho de peso, da produção de leite e nos índices reprodutivos (BELHADJ SLIMEN et al., 2019; POLLI et al., 2020). Assim, além de outros fatores inerentes ao manejo sanitário, o produtor deve procurar alternativas que amenizem os efeitos do estresse térmico sobre o bem estar e desempenho dos animais. Sendo uma dessas alternativa a escolha de genótipos resistentes, que tenham uma boa adaptabilidade aos fatores climáticos adversos sem comprometer o desempenho produtivo (PANTOJA et al., 2017).

Para avaliar a presença de estresse térmico em ovinos, diversas técnicas são utilizadas, incluindo a observação de alterações no comportamento, como a procura por sombras, aumento na ingestão de água e redução do consumo de alimento, e avaliação de parâmetros fisiológicos e bioquímica sérica, incluindo proteína plasmática total e enzimas como a fosfatase alcalina, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase, por exemplo (AL-DAWOOD, 2017; PANTOJA et al., 2017; POLLI et al., 2019). No campo experimental, os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequências respiratória e cardíaca e temperatura da superfície), quando analisados conjuntamente com as variáveis ambientais, são as principais ferramentas utilizadas para avaliação da adaptabilidade de ovinos ao estresse térmico, com as vantagens de

apresentar baixo custo (quando comparados com exames bioquímicos e hematológicos), de fácil e rápida execução e serem mais objetivos que as observações comportamentais dos animais.

Assim, objetivou-se com esta revisão sistemática analisar e discutir os principais parâmetros fisiológicos utilizados na avaliação de estresse térmico em ovinos criados no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão sistemática de literatura em bases eletrônicas de dados disponíveis no portal Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior). Foram considerados elegíveis artigos completos e comunicações curtas sobre avaliação dos parâmetros fisiológicos em ovinos criados no Brasil e submetidos à estresse térmico, publicados em periódicos indexados. Não foram incluídos capítulos de livro, manuais técnicos, resumos de congresso e outros tipos de publicação. Estudos com outras espécies de animais domésticos e em outros países também foram excluídos.

A estratégia de busca consistiu no uso dos seguintes termos em inglês: (sheep OR lamb OR ram) AND ("heat tolerance" OR "heat stress" OR adaptation) AND ("physiological responses" OR "physiological parameters"). Os termos de buscas foram incluídos no campo de pesquisa de três bases eletrônicas de dados: Web of Science, ScienceDirect e Animal Health & Production Compendium (AHPC). Em cada base de dados foi aplicado um filtro para incluir apenas publicações dos últimos 10 anos (2012-2021), sem predileção pelo idioma. As buscas ocorreram entre os dias 25 e 29 de junho de 2021.

Após a realização das buscas, os resultados foram salvos em formato BibiTex e exportados para o gerenciador bibliográfico Mendeley®. Os registros duplicados foram excluídos por uma ferramenta do gerenciador bibliográfico e durante a etapa de triagem dos estudos. Observando os critérios de elegibilidade, dois pesquisadores, de forma independente, realizaram uma seleção pela leitura dos títulos e resumos, e posteriormente pela leitura completa do texto. Quando divergentes entre os dois pesquisadores, as decisões de inclusão/exclusão foram resolvidas por consenso. Por fim, realizou-se a extração e tabulação das informações mais importantes em uma planilha eletrônica, para facilitar a análise descritiva dos resultados.

RESULTADOS

O processo de busca nas três bases eletrônicas de dados retornou um total de 930 resultados, dos quais 20 atenderam aos critérios pré-definidos e foram, portanto, incluídos na presente revisão. Todas as etapas de busca e seleção estão esquematizadas na figura 1.

A Tabela 1 encontra-se as principais informações sobre os 20 estudos incluídos entre os anos de 2012 a 2021. Os parâmetros fisiológicos utilizados para avaliar o estresse térmico em ovinos criados no Brasil foram a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) esses três presentes em quase todos os estudos, além da temperatura da superfície corporal (TSc), temperatura na

superfície da pele (TSp), temperatura na altura dos olhos (TO), temperatura timpânica (TT) e taxa de sudorese. Os principais índices de conforto térmico descritos nos estudos foram o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) (Tabela 1)

Estudos realizados em todas as regiões do país, com exceção do Norte, foram incluídos: Nordeste (n=9), Sudeste (n=5), Centro-Oeste (n=4) e Sul (n=2). A raça Santa Inês e seus cruzamentos foram predominantes entre as pesquisas de todas as regiões, com exceção do Sul, na qual as duas pesquisas incluídas foram desenvolvidas com as raças Texel e Corriedale. Outras raças frequentes nas pesquisas foram a Morada Nova e Dorper, além de um estudo que avaliou animais sem raça definida (SRD).

Figura 1- fluxograma do processo de busca, triagem e inclusão dos estudos na revisão sistemática sobre parâmetros fisiológicos utilizados na avaliação de estresse térmico de

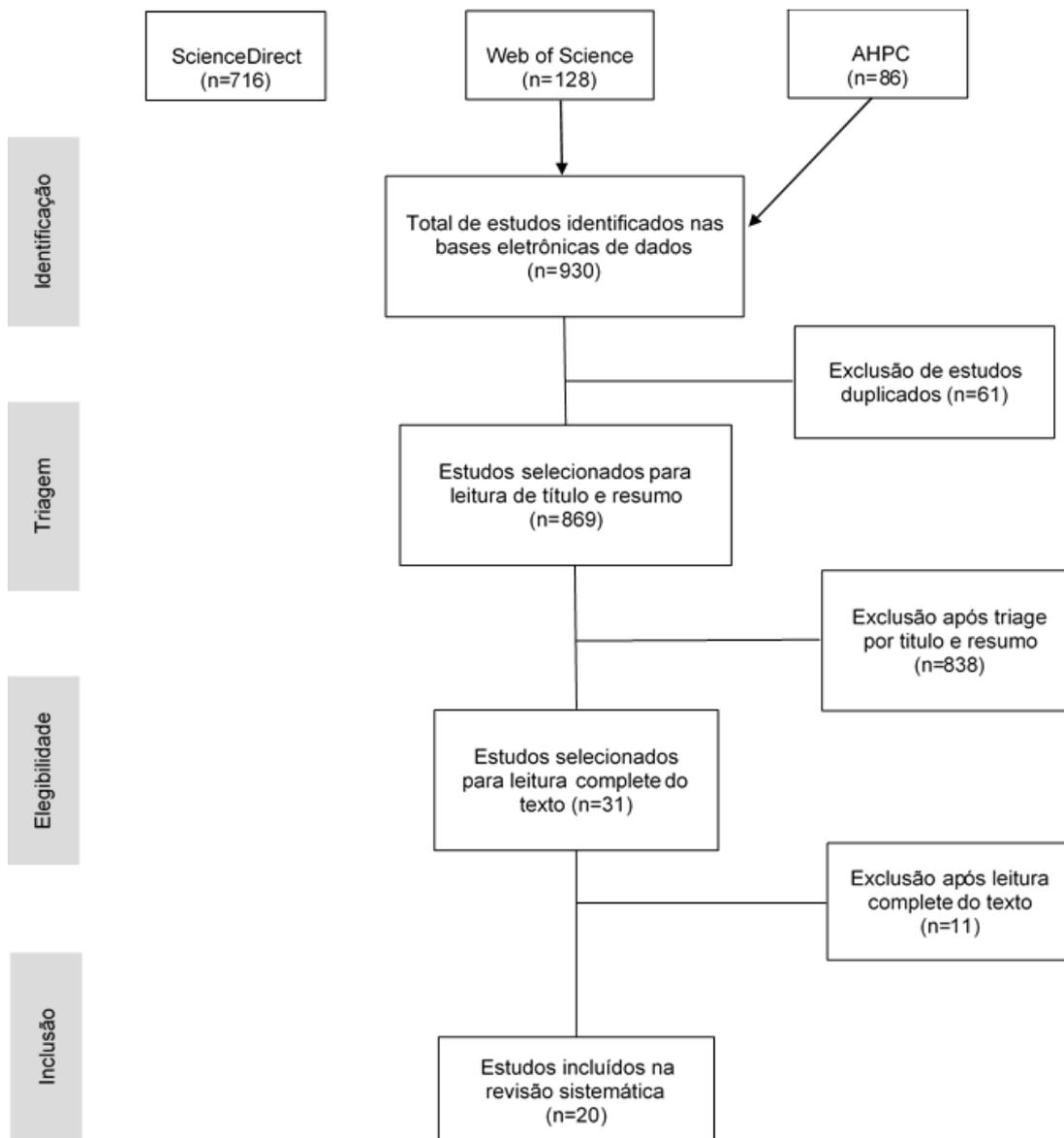


Tabela 1 – Principais informações de pesquisas sobre avaliação do estresse térmico utilizando parâmetros fisiológicos de ovinos criados no Brasil, entre 2012 e 2021.

Referências	Região do estudo	Raça/grupo genético	Parâmetros fisiológicos avaliados	Avaliação ambiental do conforto térmico		
Alvarenga et al., 2013	Centro-Oeste (Brasília/DF)	Santa Inês, Bergamácia, Ile de France, Texel, Dorper e Hampshire Down	TR	ITU: Final do período seco - 9,44 Final do período chuvoso - 20,65 ITGU:		
Borges et al., 2018	Nordeste (São Luiz/MA)	Ovinos SRD	TR e FR	Manhã - 80,32 Tarde - 80,68		
Correa et al., 2012	Centro-Oeste (Brasília/DF)	Santa Inês, Santa Inês + Texel e Santa Inês + Ile de France	TR, FR, FC TSc e Taxa de sudorese	ITU: Manhã - 68,1 Tarde - 71,7 ITGU:		
Costa et al., 2015	Nordeste (Mogero/PB)	Morada Nova	TR e FR	Período seco - 84,46 Período chuvoso - 82,14		
Ferreira et al., 2021	Nordeste (Mossoró/RN)	Morada Nova	TR, FR e taxa de sudorese	Não Avaliado		
Furtado et al., 2017	Nordeste (Tacima/PB)	Santa Inês e Dorper × Santa Inês	TR, FR, FC e TSc	ITGU:	Manhã	Tarde
				Ambiente interno	78,35	82,35
				Ambiente externo	79,35	84,35
Gesualdi et al., 2014	Sudeste (Campos dos Goytacazes /RJ)	Santa Inês e Dorper × Santa Inês	TR, FR e FC	Não avaliado		
Gottardi et al., 2018	Nordeste (Bom Jesus/PI)	Santa Inês e Morada Nova	TR, FR e FC	ITU: Manhã - 23,5 Tarde - 31,9		
Halfen et al., 2020	Sul (Pelotas/RS)	Texel e Corriedale	TR e FR	ITU:	Manhã	Tarde
				Sombra	75,38	79,87
				Radiação Solar	81,37	90,52

Leite et al., 2018	Nordeste	Morada Nova	TR e FR	ITGU: Período seco - 90,46 Período chuvoso - 82,5		
Luz et al., 2014	Nordeste (Bom Jesus/PI)	Santa Inês e Morada Nova	TR, FR, FC e taxa de sudorese	ITGU: Período seco Período chuvoso	Manhã 75,95 78,74	Tarde 81,51 80,55
McManus et al., 2015	Centro-Oeste	EFSI, PRSI, 87PDSI, SI, DOPD, PDSI, WDPD e 75PDSI	TR, FR, FC, TSc	ITU: Manhã - 26,69 Tarde - 28,78		
Pantoja et al., 2017	Sudeste (São Carlos/SP)	Morada Nova, Santa Inês, Dorper e Texel	TR, FR, TSc e TO	ITU: Primavera Verão Outono Inverno	22,10 22,50 20,86 17,60	ITGU 72,81 74,51 71,37 56,18
Polli et al., 2019	Sul (Santa Maria/RS)	Texel	TR, FR e TO	ITU: Período frio -20,4 Período quente - 15,5		
Santana et al., 2016	Sudeste (Nova Porteirinha/MG)	Santa Inês e Santa Inês + Dorper	TR, FR, FC, TSc, TSp	ITGU: Manhã - 75,15 Tarde - 79,71		
Seixas et al., 2016	Centro-Oeste (Brasília/DF)	Santa Inês e Morada Nova	TR, FR, FC, TSc	ITU: Manhã - 59,61 Tarde - 78,64		
Silva et al., 2016	Nordeste (Bom Jesus/PI)	Santa Inês e Morada Nova	TR, FR e FC	ITGU: Manhã - 72,46 Tarde - 79,50		
Silva et al., 2019	Nordeste (Morada Nova/CE)	Morada Nova	FR, TR, TSc	ITGU: Março - 91 (período chuvoso) Junho - 88,37 (período chuvoso)		

			Setembro - 85,02 (período seco)			
			Dezembro: 85,02 (período seco)			
			ITGU:			
			Horário/Ambiente			
				Coberto	Descoberto	
Souza et al., 2014	Sudeste (Piracicaba/SP)	Santa Inês; ½ Santa Inês + ½ Dorper, e ½ Santa Inês + ½ Texel	TR, FR, TSc, TT	07:00	60,62	59,66
				13:00	74,44	82,51
				19:00	66,05	65,46
				ITGU:		
			Horário/Ambiente			
				Coberto	Descoberto	
Souza et al., 2015	Sudeste (Piracicaba/SP)	Santa Inês, ½ Santa Inês + ½ Sulffok e ½ Santa Inês + ½ Ile de France	TR, FR, TSc, TT	07:00	60,62	59,66
				13:00	74,44	82,51
				19:00	66,05	65,46

TR: temperatura retal; FR: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; temperatura superficial (TS); TSc: temperatura da superfície corporal; ITGU: Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade; ITU: índice de temperatura e umidade; TO: temperatura na altura dos olhos; TT: temperatura timpânica; TSp: temperatura na superfície da pele

DISCUSSÃO

Sob condições de estresse calórico, os mecanismos fisiológicos de perda de calor são ativados para manter a homeotermia. De acordo com Slimen et al (2019), a frequência respiratória (FR), a temperatura retal (TR) e a frequência cardíaca (FC) apresentam variações significativas em resposta ao aumento do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), embora fatores como raça e estado fisiológico do animal possam definir a amplitude dessas variações. As FR e FC são variáveis de resposta imediata às mudanças climáticas e são utilizadas para avaliar o conforto térmico e adaptabilidade dos animais em condições adversas, enquanto a TR é um dos últimos mecanismos de termorregulação a ser acionado, e sua elevação indica excesso de calor corporal, como consequência de alterações nos outros mecanismos termoregulatórios (Silva et al., 2016; McManus et al., 2009).

Devido sua importância fundamental, a avaliação dos parâmetros fisiológicos é descrita em todos os estudos sobre estresse térmico e adaptação climatológica de ovinos. Em um estudo realizado no Centro-Oeste, Alvarenga et al. (2013) observaram uma diferença significativamente alta entre diferentes raças para TR, com raças de pelo (como Santa Inês) apresentando maior adaptação ao clima da região. Já Borges et al. (2018) não encontraram alterações na TR de ovinos SRD submetidos ao estresse térmico nos dois turnos avaliados (manhã e tarde), porém a FR aumentou nos horários de 12h00min e 14h00min, indicando que ovinos SRD são capazes de dissipar calor satisfatoriamente, sem comprometer a temperatura interna.

Da mesma maneira, Costa et al. (2015) estudando duas variedades de uma mesma raça Morada Nova vermelha e branca no semiárido nordestino, observaram diferenças significativas na FR durante os períodos seco (julho a dezembro) e chuvoso (janeiro a junho) coincidindo o aumento da FR com os maiores índices de temperatura ambiental, mas sem diferença na TR entre os dois períodos avaliados. Os mesmos autores concluíram que a raça Morada Nova está bem adaptada à região semiárida brasileira, sendo ambas as variedades tolerantes ao estresse calórico, mas a vermelha precisou de maiores ajustes fisiológicos para manter a homeotermia.

Quanto à FC, o aumento desse parâmetro em animais sob condições de estresse térmico é consequência de uma queda da pressão arterial causada por uma vasodilatação periférica, que busca aumentar o fluxo sanguíneo para a superfície do corpo e contribuir com a dissipação do calor, e como mecanismo de compensação há o aumento da FC (Furtado et al., 2017).

Segundo Correia et al. (2012), a FC também sofre influência do grupo genético, pois cruzamentos de ovinos Texel com Santa Inês apresentaram médias mais altas de FC quando

comparados com Santa Inês puro, indicando que os mestiços possuem maiores necessidades para dissipação de calor e estão, portanto, menos adaptados ao ambiente. Em sentido contrário, Gesualdi Júnior et al. (2014) observaram que o aumento da FC não é estritamente necessário para melhorar a eficiência da dissipação de calor em ovinos sob estresse térmico criados em uma região tropical úmida, e atribuem esse fato à tentativa dos ovinos de diminuir a produção de calor corporal, por meio de uma menor intensidade de caminhada e de pastejo no período da tarde, reduzindo assim a FC.

No que diz respeito à taxa de sudorese, Ferreira et al. (2021) pesquisando a influência do ambiente e da espécie sobre parâmetros fisiológicos de pequenos ruminantes criados em condições semiáridas, demonstraram que a taxa de sudorese é maior nos ovinos quando comparada aos caprinos, e que a mesma é afetada pelo horário do dia, de maneira que quando a temperatura do ar aumenta, a taxa de sudorese diminui, reduzindo o gradiente térmico entre o animal e o ambiente e desencadeando evaporação respiratória mais intensa, manifestada pelo aumento da FR (FERREIRA et al., 2019).

Por outro lado, Correa et al. (2012) observaram que a taxa de sudorese em ovinos foi maior a tarde, e menor nos ovinos Santa Inês puros em comparação aos cruzamentos com Texel e Ile de France, indicando aquela como mais tolerante ao calor. Os mesmos autores destacaram que em animais de lã a taxa de sudorese não é uma boa alternativa para mensurar o conforto térmico, devido à dificuldade de evaporação do suor. Além disso, Luz et al. (2014) estudando mecanismos de termorregulação em ovinos no estado do Piauí, não observam perda de calor por sudorese, demonstrando que outros mecanismos (TR, FR e FC) foram suficientes para manter a homeotermia de ovinos criados sob condições semiáridas.

Outro parâmetro bastante utilizado para verificar a tolerância ao calor descrito nos estudos incluídos nessa revisão é a temperatura da superfície corporal (TSc). É um método de fácil obtenção e não invasivo que utiliza termografia de infravermelho para captação da radiação térmica normalmente emitida pela superfície do corpo, podendo ser aferida à distância, sem a necessidade de conter o animal (ROBERTO & SOUZA, 2014).

McManus et al. (2015) demonstraram uma alta correlação positiva entre as temperaturas do ar e do globo negro ao sol e a sombra com a TSc. Além disso, esses mesmos autores em concordância com as pesquisas de Seixas et al. (2017) relataram correlações positivas entre a TSc e a TR, FR e FC, que são os principais parâmetros utilizados para analisar a capacidade de tolerância ao calor em ovinos. Por tanto, a técnica de termografia infravermelha pode ser utilizada para avaliar o conforto térmico e tem a vantagem de que os animais não precisam ser manuseados (SEIXAS et al., 2017).

Porém ao utilizar a TSc como critério para análise de tolerância ao calor em diferentes grupos genéticos de ovinos, deve-se considerar que algumas características da pelagem e da região corporal onde a aferição é realizada podem interferir na temperatura corporal. Os estudos de McManus et al. (2015) e Seixas et al. (2017) sugeriram que o flanco, focinho, pescoço e garupa são áreas do corpo mais indicadas para aferição da temperatura superficial, porém discordam quanto a aferição na região da axila. Enquanto o primeiro observou uma baixa correlação da TSc na axila com variáveis ambientais (temperatura do ar e temperatura do globo negro), o segundo considerou que essa região é uma boa área para medir a TSc, com base na correlação observada com a TR.

Quanto as características da pelagem, Pantoja et al. (2017) observaram que raças lanadas, como a Texel, apresenta temperatura superficial mais baixa quando comparada a raças de pelo curto (Santa Inês, Morada Nova e Dorper) mas isso pode não refletir em uma maior tolerância ao calor, uma vez a presença de lã prejudica a perda de calor sensível, forçando o aumento da taxa respiratória e reduzindo o metabolismo para manter o equilíbrio térmico. Por outro lado, Santana et al. (2016) avaliando a tolerância em ovinos Santa Inês e seus mestiços com Dorper (que possuem camada menos espessa de pelame), aferiram a TSc e a temperatura da superfície da pele (TSp) e observaram um gradiente entre essas duas temperaturas, demonstrando que o pelame estava conduzindo o calor da pele para a superfície do pelo e desse para o ambiente externo. Portanto, a aferição da TSc por termografia infravermelha representa uma boa alternativa para avaliação de tolerância ao calor em raças de pelo curto, mas pode mascarar a temperatura superficial em raças com camadas mais espessas de lã.

A temperatura por termografia infravermelha aferida na região do globo ocular (T_o) também foi descrita em dois estudos incluídos nessa revisão. Polli et al. (2019), ao avaliar tolerância de cordeiros em confinamento, observaram uma correlação positiva entre a T_o e o ITU em animais terminados no período maior estresse térmico. Já Pantoja et al. (2017) indicaram que há uma alta correlação entre a T_o e a temperatura corporal interna. Dessa forma, essa a região orbital pode apresentar-se como uma alternativa para evitar influências da pelagem na avaliação da temperatura superficial, embora requeira uma maior aproximação dos animais no momento da aferição.

Com relação aos índices de tolerância ao calor, o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) é o índice mais preciso para se medir o conforto térmico dos ruminantes, já que esses resultados são a expressão dos efeitos da temperatura de bulbo seco, velocidade do ar, umidade e da radiação solar direta e indireta (BUFFINGTON et al., 1981). De acordo com o National Weather Service dos EUA, citado por Baêta e Souza (2010), a escala de ITGU tem a seguinte interpretação: até 74 – conforto térmico; de 74 a 79 – condição de alerta; de 79 a 84 – condição de perigo e acima de 84 - emergência.

O índice de Temperatura e Umidade (ITU) também é muito utilizado e as pesquisas demonstram uma correlação positiva entre esse índice e os parâmetros fisiológicos de ovinos sob estresse térmico (GOTTARDI et al., 2018; Polli et al., 2019). Mas por não considerar a radiação solar direta sobre os animais, não seria o índice mais adequado para avaliação do desconforto e subsequentes perdas na produção sob condições de alta carga térmica radiante (SANTOS et al., 2005), sendo mais indicado para ambientes internos, como galpões de confinamento, por exemplo. De acordo com Marai et al. (2001), os resultados de ITU (com temperatura do ar em °C) devem ser interpretados da seguinte forma: $<22,2$ = ausência de estresse térmico; $22,2$ a $<23,3$ = estresse térmico moderado; $23,3$ a $<25,6$ = estresse térmico severo e $\geq 25,6$ = estresse térmico extremamente severo.

Considerando os dados da Tabela 1 para esses dois índices (ITGU e ITU) e suas interpretações descritas acima, observamos que ovinos criados no Brasil estão sob constante estresse térmico, principalmente durante a tarde e em regiões semiáridas (LUZ et al., 2014; COSTA et al., 2015; Silva et al., 2016; FURTADO et al., 2017; GOTTARDI et al., 2018; LEITE et al., 2018; SILVA et al., 2019; FERREIRA et al., 2021), requerendo maiores cuidados dos produtores e técnicos na elaboração de estratégias de ambiência que minimizem os efeitos negativos do calor sobre os índices de produção e produtividade.

De acordo com os dados dos estudos incluídos na revisão sistemática, o grupo genético demonstrou ser fator importante na tolerância ao calor e deve ser levado em consideração ao introduzir novas raças nos sistemas de produção (MCMANUS et al., 2015). Os ovinos Santa Inês e seus cruzamentos foram os mais estudados, apresentando-se bem adaptados as diversas regiões do país, incluindo o Centro-Oeste (ALVARENGA et al., 2013; CORREA et al., 2012), Sudeste (GESUALDI JÚNIOR et al., 2014; SOUZA et al., 2014) e Nordeste (SILVA et al., 2016; FURTADO et al., 2017). A tolerância ao estresse térmico da raça Morada Nova também é bastante estudada, e as pesquisas demonstram boa adaptação da mesma em condições semiáridas (COSTA et al., 2015; SILVA et al., 2016; LEITE et al., 2018; SILVA et al., 2019).

CONCLUSÕES

Variáveis fisiológicas são de fácil execução podem ser usadas para avaliação do estresse térmico em ovinos. Sugere-se estimular os produtores a identificar alterações nesses parâmetros em seus rebanhos, para que possam intervir nos períodos e horários de maior estresse calórico para os animais.

REFERÊNCIAS

- AL-DAWOOD, A. Towards Heat Stress Management In Small Ruminants A Review. **Annals of Animal Science**, v.17, n.1, p.59–88, (2017). <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0068>.
- ALVARENGA BRASILEIRO, A. B., et al. Physiological Parameters in Different Breeds of Rams as a Measure of Adaptation to Environmental Conditions in the Federal District-Brazil. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**, 5(6), 256–263, 2013. <https://doi.org/10.19026/ijava.5.5607>
- BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F. **Ambiência Em edificações rurais: Conforto Animal**, 2nd ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 246, 2010.
- BORGES, J.D.O., et al. Horário de registro sobre as variáveis ambientais e fisiológicas de ovinos srd em são luís (ma). **Sci. Agrar**, v.17, n.4, p.485–492, 2018.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.
- CORREIA, M. P. C., et al. Heat tolerance in three genetic groups of lambs in central Brazil. **Small Ruminant Research**, v.104, n.1–3, p.70–77, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.001>
- COSTA, W. P., et al. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Semina: Ciências Agrárias**, 36(6), 4589–4600, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4589>
- FERREIRA, J., et al. Simultaneity between nutrition and thermoregulatory responses in ruminants. **Biological Rhythm Research**,, 2019. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1629166>.
- FERREIRA, J., et al. Evaluation of homeothermy, acid-base and electrolytic balance of black goats and ewes in an equatorial semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v.100, p.103027, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103027>
- FURTADO, D.A., et al. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.5, n.2, p.72–77, 2017. <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v5n1p72-77>
- GESUALDI, A., et al. Effects of heat stress on the physiological parameters and productivity of hair sheep in tropical and coastal environments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.10, p.556–560, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014001000008>
- GOTTARDI, F.P., et al. The role of diet on the rhythm of physiological responses of lactating ewes under heat stress. **Biological Rhythm Research**, v.51, n.3, p.349–361, 2018. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1528697>
- HALFEN, J., et al. Influência da restrição alimentar e do estresse térmico sobre parâmetros fisiológicos em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.5,

p.1911–1919, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11810>

LEITE, J.H.G.M., et al. Locally adapted brazilian sheep: a model of adaptation to Semiarid region. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.5, p.2261, 2018. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n5p2261>

LUZ, C.S.M., et al. Effects of Climate Variations on the Mechanisms of Thermoregulation in Sheep in the Southern State of Piauí, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v.6, n.10, p.169–175, 2014. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n10p169>

MARAI, I.F.M., et al. Growth performance and reproductive traits at first parity of New Zealand White female rabbits as affected by heat stress and its alleviation, under Egyptian conditions. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.33, p.457–462, 2001.

MCMANUS, C., et al. Heat tolerance in brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.41, p.95–101, 2009.

MCMANUS, C., et al. Infrared Thermography to Evaluate Heat Tolerance in Different Genetic Groups of Lambs. **Sensors**, v.15, n.7, p.17258–17273, 2015. <https://doi.org/10.3390/s150717258>

MCMANUS, C., et al. Patterns of heat tolerance in different sheep breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**, v.144, p.290–299, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.004>

MEDEIROS, F.F.; et al. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande, Paraíba. **Anais...Campina Grande**, 2017. p.1-4

MONTEIRO, M.G., et al. Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos no Brasil. *Texto Para Discussão*, 1–31, 2021. <https://doi.org/10.38116/td2660>

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

POLLI, V.A., et al. Estresse térmico e o desempenho produtivo de ovinos: uma revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v.14, n.1, p.38, 2020. <https://doi.org/10.26605/medvet-v14n1-3712>

POLLI, V.A., et al. Thermal comfort and performance of feedlot lambs finished in two climatic conditions. **Small Ruminant Research**, v.174, p.163–169, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.03.002>

ROBERTO, J.V.B., & Souza, B.B. Utilização da Termografia de Infravermelho na Medicina Veterinária e na Produção Animal. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, 2(3), 73–84, 2014. <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v2n3p73-84>

SANTANA, C.J.L., et al. Biophysical Responses of Santa Inês and Crossbred Santa Inês-Dorper (F1) Ewes to a Hot Environment. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, 5(1), 1–6, 2016. <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v5n1p1-6>

SANTOS, F.C.B.; Souza, B.B, et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SEIXAS, L. et al. Heat tolerance in Brazilian hair sheep. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.30, n.4, p.593–601, 2017. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0191>

SILVA, W.E., et al. Seasonal variations in thermoregulatory patterns enable Morada Nova sheep to adapt to Brazilian semi-arid. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.4, p.1577, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1577>

SILVA, T.P.D., et al (2016). Effect of multiple stress factors (thermal, nutritional and pregnancy type) on adaptive capability of native ewes under semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, 59, 39–46, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.05.001>

SLIMEN, I.B., et al. Meta-analysis of some physiologic, metabolic and oxidative responses of sheep exposed to environmental heat stress. **Livestock Science**, v.229, p.179–187, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.026>

SOUZA, B.B., et al. Diferenças genéticas nas respostas fisiológicas de ovinos em ambiente tropical. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.2, n.1, p.1–5, 2014. <https://doi.org/10.14269/2318-1265.v02n01a01>

SOUZA, B.B., et al. Temperatura Timpânica, Superficial e Retal e Frequência Respiratória de Ovinos da Raça Santa Inês e seus Cruzamentos com Ile de France e Suffolk em Piracicaba, Brasil. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.3, n.3, p.92–96, 2015. <https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v3n3p92-96>