



Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na avaliação da tolerância de caprinos ao calor - revisão integrativa

Black globe temperature and humidity index (ITGU) in the evaluation of goat heat tolerance - integrative Review

Índice de temperatura y humedad del globo negro (ITGU) en la evaluación de la tolerancia al calor en cabras - revisión integrativa

DOI: 10.55905/oelv22n2-189

Originals received: 01/02/2024

Acceptance for publication: 02/09/2024

Bonifácio Benício de Souza

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

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

E-mail: bonifacio.ufcg@gmail.com

Talícia Maria Alves Benício

Doutora em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

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

E-mail: taliciabenicio@fiponline.edu.br

Nágela Maria Henrique Mascarenhas

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Instituto Nacional do Semiárido (INSA)

Endereço: Av. Francisco Lopes de Almeida, s/n, Serrotão, Campina Grande –PB, CEP: 58429-970

E-mail: eng.nagelamaria@gmail.com

Luanna Figueirêdo Batista

Doutora em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Universidade Vale do Salgado (UNIVS)

Endereço: Rua Monsenhor Frota, 609, Centro, Icó – CE, CEP: 63430-000

E-mail: luanna_151@hotmail.com

Gustavo de Assis Silva

Doutor em Medicina Veterinária

Instituição: Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA)

Endereço: Rua Padre José Guerel s/n, Itapetim – PE, CEP: 56720-000

E-mail: gustavo.assis@ipa.br



Expedito Danúcio de Souza

Doutor em Zootecnia

Instituição: Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Endereço: Rod. CE 292, Km 05, s/n, Sítio Almécegas, Crato – CE, CEP: 63100-000

E-mail: edanusio@gmail.com

João Vinícius Barbosa Roberto

Doutor em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Faculdades Nova Esperança (FACENE–FAMENE)

Endereço: Av. Frei Galvão, 12, Gramame, João Pessoa - PB, CEP: 58067-698

E-mail: viniciusjv@yahoo.com.br

Maycon Rodrigues da Silva

Doutor em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

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

E-mail: mayconrvet@gmail.com

Fabíola Franklin de Medeiros

Doutora em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

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

E-mail: vet.fabiolafranklin@gmail.com

Ariadne de Barros Carvalho

Doutoranda em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

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

E-mail: carvalhoariadne@hotmail.com

Danilo Leite Fernandes

Doutor em Ciência e Saúde Animal

Instituição: Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Endereço: Rod. CE 292, Km 05, s/n, Sítio Almécegas, Crato – CE, CEP: 63100-000

E-mail: danilolfernandes@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão integrativa para identificar através de resultados obtidos em pesquisas realizadas com caprinos no semiárido e determinar o valor do ITGU como marco referencial de desconforto térmico para caprinos com base nas respostas fisiológicas temperatura retal e frequência respiratória. Para o desenvolvimento desse artigo foi realizada uma revisão integrativa sobre o índice de conforto térmico: Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) utilizado em pesquisas realizadas no semiárido. Foram utilizados nesse estudo 10 (dez) artigos científicos, resultantes de 10 (dez) pesquisas com um total de 257 (duzentos e cinquenta

e sete) caprinos pertencentes aos grupos genéticos: Moxotó, Azul, Graúna, Anglo-Nubiana, Pardo-Sertaneja, Boer, Savana, Parda Alpina, British Alpine e os mestiços: $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer e Sem raça definida - SRD. E que utilizaram o ITGU como índice de conforto térmico, e estudaram as respostas fisiológicas: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) nos turnos da manhã e da tarde, como respostas ao estresse por calor. As médias das respostas TR e FR, sob o efeito do ITGU nos turnos da manhã e da tarde, obtidas nessas pesquisas, foram analisadas utilizando um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 10 repetições. As repetições consideradas foram as médias das 10 pesquisas estudadas, obtidas dos 257 caprinos estudados nos turnos da manhã e da tarde. As análises foram realizadas através do programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. A média do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), pela manhã foi 76 e à tarde 82. As variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) variaram significativamente ($p < 0,01$) entre os turnos manhã e tarde. A TR com média de 38,92 °C pela manhã e 39,44 °C à tarde. Para a FR houve diferença significativa ($P < 0,01$) com média de 37 e 47 mov/min pela manhã e à tarde, respectivamente. Concluiu-se que índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um índice de avaliação de conforto térmico que pode ser usado com eficiência para caprinos. Ambientes com ITGU igual ou próximo a 82 pode ser considerado de desconforto térmico, podendo provocar estresse baixo; e ITGU acima de 84, considerado de estresse alto, para várias raças de caprinos criadas no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: bioclimatologia, estresse térmico, conforto térmico, adaptabilidade.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out an integrative review to identify results obtained in research carried out with goats in the semi-arid region and determine the value of the BGTHI as a benchmark for thermal discomfort for goats based on physiological responses to rectal temperature and respiratory rate. To develop this article, an integrative review was carried out on the thermal comfort index: Black Globe Temperature and Humidity Index (BGTHI) used in research carried out in the semi-arid region. 10 (ten) scientific articles were used in this study, resulting from 10 (ten) research with a total of 257 (two hundred and fifty-seven) goats belonging to the genetic groups: Moxotó, Azul, Graúna, Anglo-Nubiana, Pardo-Sertaneja, Boer, Savana, Parda Alpina, British Alpine and crossbreeds: $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubian + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer and No defined breed - SRD. And they used the ITGU as an index of thermal comfort, and studied the physiological responses: rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR) in the morning and afternoon shifts, as responses to heat stress. The average RT and RR responses, under the effect of BGTHI in the morning and afternoon shifts, obtained in these studies, were analyzed using a Completely Randomized Design (DIC) with 10 replications. The repetitions considered were the averages of the 10 surveys studied, obtained from 257 goats studied in the morning and afternoon shifts. The analyzes were carried out using the Statistical

and Genetic Analysis Systems program (SAEG, 1993) and the means were compared using the F test at 5% probability. The average black globe temperature and humidity index (BGTHI) in the morning was 76 and in the afternoon 82. The physiological variables rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR) varied significantly ($p < 0.01$) between shifts morning and afternoon. The RT averaged 38.92 °C in the morning and 39.44 °C in the afternoon. For RR there was a significant difference ($P < 0.01$) with a mean of 37 and 47 mov/min in the morning and afternoon, respectively. It was concluded that the black globe temperature and humidity index (BGTHI) is a thermal comfort assessment index that can be used efficiently for goats. Environments with an BGTHI equal to or close to 82 can be considered thermal discomfort, which can cause low stress; and BGTHI above 84, considered high stress, for several breeds of goats raised in the Brazilian semi-arid region.

Keywords: bioclimatology, thermal stress, thermal comfort, adaptability.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar una revisión integrativa para identificar a través de los resultados obtenidos en la investigación caprina en la región semiárida y determinar el valor de la ITGU como referente de malestar térmico para caprinos con base en las respuestas fisiológicas de temperatura rectal y frecuencia respiratoria. Para el desarrollo de este artículo se realizó una revisión integrativa sobre el índice de confort térmico: Índice de temperatura del globo negro y humedad (ITGU) utilizado en investigaciones realizadas en la región semiárida. Se utilizaron diez (10) artículos científicos, resultado de diez (10) investigaciones con un total de 257 (doscientos cincuenta y siete) cabras pertenecientes a los grupos genéticos: Moxotó, Azul, Graúna, Anglo-Nubiana, Pardo-Sertaneja, Boer, Savanna, Alpine Brown, British Alpine y los cruces: $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Savanna + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer y - SRD. Utilizaron la ITGU como índice de confort térmico y estudiaron las respuestas fisiológicas: temperatura rectal (TR) y frecuencia respiratoria (FR) en los turnos de mañana y tarde, como respuestas al estrés calórico. Los promedios de las respuestas TR y FR, bajo el efecto del ITGU en los turnos de mañana y tarde, obtenidos en estas encuestas, se analizaron mediante un Diseño Completamente Casualizado (DIC) con 10 repeticiones. Las repeticiones consideradas fueron el promedio de las 10 investigaciones estudiadas, obtenidas de las 257 cabras estudiadas en los turnos de mañana y tarde. Los análisis se realizaron a través del programa Sistemas de Análisis Estadístico y Genético (SAEG, 1993) y las medias fueron comparadas por la prueba F al 5% de probabilidad. El índice de temperatura promedio del globo negro y humedad (ITGU), en la mañana fue de 76 y en la tarde de 82. Las variables fisiológicas temperatura rectal (TR) y frecuencia respiratoria (FR) variaron significativamente ($p < 0,01$) entre turnos de mañana y tarde. RT promedio 38.92 °C por la mañana y 39.44 °C por la tarde. Para FR hubo diferencia significativa ($P < 0,01$) con media de 37 y 47 mov/min en la mañana y tarde, respectivamente. Se concluyó que el índice de temperatura y humedad del globo negro (ITGU) es un índice de evaluación del confort térmico que puede ser utilizado eficientemente para cabras. Los entornos con una infección urinaria igual o cercana a 82 pueden considerarse como molestias térmicas, capaces de provocar un estrés

bajo; y una infección urinaria superior a 84, considerada un estrés elevado, para diversas razas de cabras criadas en la región semiárida del Brasil.

Palabras clave: bioclimatología, estrés térmico, confort térmico, adaptabilidad.

1 INTRODUÇÃO

Com o aquecimento do planeta está ocorrendo as mudanças do clima com efeitos nos extremos meteorológicos e climáticos em todas as regiões do mundo (IPCC, 2023). O que tem impactado na segurança alimentar e hídrica, na saúde humana, na economia e na sociedade, bem como perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas.

O ano de 2023 foi considerado o mais quente da história do planeta, de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM). No Brasil, a temperatura média ficou 24,92 °C, com 0,69 °C acima da média histórica registrada no período de 1991/2020 (INMET, 2023). E as previsões apontam para temperaturas ainda mais elevadas no ano de 2024.

As emissões de gases de efeito estufa, seguramente causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície global de 1,1 °C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900 (IPCC, 2023).

Do ponto de vista da produção animal em ambientes de temperaturas elevadas, o aquecimento global terá efeitos ainda maiores. Pois, o território de clima semiárido já sofre com as elevadas temperaturas, secas prolongadas e consequente escassez hídrica e de alimentos, tornando a região mais vulnerável com o aquecimento global e as mudanças climáticas. O que exige estratégias no processo de adaptação dos fatores produtivos para o seu enfrentamento. Na pecuária, a escolha de raças com maior capacidade para tolerar altas temperaturas se faz necessário. Contudo, para identificar o grau de tolerância ao estresse por calor necessita-se de avaliação dos efeitos do ambiente climático sobre as respostas dos animais ao calor.

Considerando que, a interação dos elementos climáticos: temperatura do ar, umidade relativa, radiação e ventilação, é significativa para a condição de conforto ou desconforto térmico ambiental para os animais, são utilizados índices de conforto

térmicos que representam o resultado da interação de dois ou mais desses fatores. Como exemplo o índice de conforto térmico e umidade (ITU) utilizado em ambientes de sombra, este índice utiliza apenas os efeitos da temperatura do ar e da umidade relativa. Já o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é capaz de apresentar os efeitos da interação da temperatura, umidade relativa, radiação e da velocidade do vento. Sendo este mais utilizado por ser mais abrangente bem como sua utilização pode ser feito em ambientes de sombra ou de sol.

O ITGU é calculado pela fórmula: $ITGU = TGN + 0,36*(Tpo) + 41,5$ (Buffington et al., 1981). Esse índice foi desenvolvido para estudos com vacas leiteiras, que, para as quais foi determinado faixas de conforto e desconforto térmico, contudo tem sido utilizado em vários estudos com caprinos (Batista et al. 2023; Souza et al. 2014; Silva et al. 2014; Souza et al. 2013; Leite et al. 2012; Silva et al. 2011; Souza et al. 2008; Silva et al. 2006; Santos et al. 2005; Silva et al. 2005).

As respostas fisiológicas mais utilizadas no estudo da avaliação da tolerância ao calor são a temperatura retal e a frequência respiratória (Batista et al. 2023; Souza et al. 2014; Silva et al. 2014; Souza et al. 2013; Leite et al. 2012; Silva et al. 2011; Souza et al. 2008; Silva et al. 2006; Santos et al. 2005; Silva et al. 2005).

A temperatura retal é considerada uma das melhores referências fisiológicas para verificar a temperatura corpórea dos animais por se aproximar da temperatura do núcleo central do animal e apresentar boa estabilidade (Silva *et al.*, 2006; Souza *et al.*, 2008; 2010).

A frequência respiratória é importante nos estudos de tolerância ao calor por ser uma das formas muito utilizada pelos caprinos para dissipação de calor na forma evaporativa contribuindo assim com o processo da termorregulação (Bianca; Kunz, 1978; Quesada *et al.*, 2001; Neiva *et al.*, 2004; Mcmanus *et al.*, 2011; Silva *et al.* 2023).

À medida em que aumenta a temperatura do ar diminui o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio, dificultando a dissipação de calor da forma sensível (radiação, condução e convecção) e aumentando a dissipação na forma insensível (evaporação). A perda de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície

da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação (Ingram e Mount 1975).

Quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio maior é a dissipação de calor do animal da forma sensível, à medida em que diminui esse gradiente ocorre uma redução na perda de calor sensível e aumenta a insensível por meio da sudorese e ou frequência respiratória (Souza *et al.* 2015; Souza *et al.* 2013). A frequência respiratória é considerada uma das principais variáveis para identificar quando o animal está sob estresse por calor (Souza *et al.* 2008; Souza *et al.* 2012).

De acordo com Silanikove (2000), a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, o autor classifica da seguinte forma: uma frequência respiratória de 4060, 6080 e 80120 movimentos/minuto caracteriza estresse baixo, médioalto e alto, respectivamente, para ruminantes.

Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão integrativa para identificar através de resultados obtidos em pesquisas realizadas com caprinos no semiárido e determinar o valor do ITGU como marco referencial de desconforto térmico para caprinos com base nas respostas fisiológicas temperatura retal e frequência respiratória.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse artigo foi realizada uma revisão integrativa sobre o índice de conforto térmico: Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) utilizado em pesquisas realizadas no Nordeste, especificamente no semiárido. Foram utilizados nesse estudo 10 (dez) artigos científicos, resultantes de 10 (dez) pesquisas com um total de 257 (duzentos e cinquenta e sete) caprinos pertencentes aos grupos genéticos: Moxotó, Azul, Graúna, Anglo-Nubiana, Pardo-Sertaneja, Boer, Savana, Parda Alpina, British Alpine e os mestiços: $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer e Sem raça definida - SRD. Esses artigos foram selecionados os artigos com base em 3 (três) critérios: A utilização do ITGU como índice de conforto térmico; respostas fisiológicas estudadas: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) e nos horários da manhã e da tarde, como respostas ao estresse por calor.

As médias das respostas TR e FR, sob o efeito do ITGU nos turnos da manhã e da tarde, obtidas nessas pesquisas, foram analisadas utilizando um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 10 repetições. As repetições consideradas foram as médias das 10 pesquisas estudadas, obtidas dos 257 caprinos estudados nos horários da manhã e da tarde. As análises foram realizadas através do programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados utilizados nesse estudo encontram-se na tabela 1, na qual consta o número de pesquisas, número de animais utilizados, o índice de conforto térmico utilizado (ITGU) e as respostas fisiológicas: temperatura retal (TR) e a frequência respiratória (FR). Os dados foram observados nos turnos da manhã e da tarde. Também consta a citação dos autores dessas pesquisas.

Tabela 1 – Relação de artigos utilizados como fonte para elaboração do banco de dados desse estudo.

Turno	Número de pesquisas (total de animais)*	ITGU	TR	FR	Autores
Manhã	1 (20)	79,42	38,9	30,3	Silva et al. (2005)
Manhã	2 (30)	71,25	39,46	42,3	Souza et al. (2008)
Manhã	3 (16)	77,5	39,16	32,65	Santos et al (2005)
Manhã	4 (40)	77,97	39,14	31,85	Silva et al. (2006)
Manhã	5 (24)	75,12	38,49	37,18	Souza et al. (2013)
Manhã	6 (36)	77,4	38,6	35,6	Leite et al. (2012)
Manhã	7 (24)	79,44	38,91	46,47	Silva et al. (2011)
Manhã	8 (36)	74,94	38,72	32,87	Silva et al. (2014)
Manhã	9 (6)	76,71	38,58	39,65	Batista et al. (2023)
Manhã	10 (22)	73,83	39,21	39,23	Souza et al. (2014)
Tarde	1 (20)	85,16	39,3	49,5	Silva et al. (2005)
Tarde	2 (30)	79,15	39,68	60,6	Souza et al. (2006)
Tarde	3 (16)	85,5	39,75	42,46	Santos et al (2005)
Tarde	4 (40)	82,25	39,5	39,47	Silva et al. (2006)
Tarde	5 (24)	87,99	39,38	39,38	Souza et al. (2013)
Tarde	6 (36)	82,9	39,2	50,8	Leite et al. (2012)
Tarde	7 (24)	81,55	39,05	48,22	Silva et al. (2011)



Tarde	8 (36)	79,96	39,25	43,05	Silva et al. (2014)
Tarde	9 (6)	80,49	39,93	49,69	Batista et al. (2023)
Tarde	10 (22)	79,37	39,37	42,68	Souza et al. (2014)

*Foram utilizadas 10 (dez) pesquisas com um total de 257 (duzentos e cinquenta e sete) caprinos. Fonte: Autores

Após a análises dos dados apresentados na tabela 1, encontrou-se os resultados constantes na tabela 2.

As médias do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) registrada nessas pesquisas foram: 76 pela manhã e 82 à tarde.

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) para variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) entre os turnos manhã e tarde.

A TR foi mais elevada no turno da tarde ($p < 0,01$) do que no turno da manhã, cujas médias foram: 38,92 °C pela manhã e 39,44 °C à tarde, respectivamente. Esses valores estão de acordo com os resultados encontrados por diversos autores (Batista et al. 2023; Souza et al. 2014; Silva et al. 2014; Souza et al. 2013; Leite et al. 2012; Silva et al. 2011; Souza et al. 2008; Silva et al. 2006; Santos et al. 2005; Silva et al. 2005).

De acordo com Brion (1964) e Castro (1979), a temperatura retal em caprinos pode variar de 39 a 40 °C dentro da normalidade para caprinos adultos e também em consonância com aquela observada por Arruda et al. (1985) que verificaram uma média de 39,19 °C para caprinos de idade, cores e em turnos diferentes no Nordeste. 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 (Cunningham (2004).

Para a FR houve diferença significativa ($P < 0,01$) em média de 37 e 47 mov/min pela manhã e à tarde, respectivamente. Esses resultados estão em consonância com os resultados de diversos autores que também verificaram maior elevação da frequência respiratória em caprinos no turno da tarde (Batista et al. 2023; Souza et al. 2014; Silva et al. 2014; Souza et al. 2013; Leite et al. 2012; Silva et al. 2011; Souza et al. 2008; Silva et al. 2006; Santos et al. 2005; Silva et al. 2005). Resultados semelhantes aos registrados por (Souza, et al. 2005; Santos et al. 2005; Silva, et al. 2006) para caprinos nos turnos da manhã e da tarde, respectivamente.

Tabela 2 – Temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de caprinos em função da variação da condição ambiental.

Condição ambiental	Variáveis fisiológicas	
	TR (°C)	FR (mov/min)
ITGU = 76 (manhã)	38,92B	37B
ITGU = 82 (tarde)	39,44A	47A
CV (%)	0,76	14,14

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste F ($p < 0,01$).

Fonte: Autores.

De acordo com Souza (2010) o ITGU de 83 é considerado de estresse baixo para caprinos conforme a classificação de Silanikove (2000) que preconiza que a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência respiratória de 4060 mov/min caracteriza um estresse baixo.

Nesse estudo verificou-se que no turno da manhã com ITGU de 76 os caprinos apresentaram uma FR de 37 mov/min, não estando assim os animais sob estresse por calor. Já à tarde com ITGU de 82, a FR foi de 47 mov/min, demonstrando que nessa situação os caprinos já apresentam um estresse baixo por calor. Resultados semelhantes aos observados por (Silva et al. 2006; Silva et al. 2011).

Em condições de ITGU médio de 77 e 83, em pesquisas realizadas com caprinos no Brasil, verificou-se um aumento médio de 13,73 mov/min, passando de 34,27 e 48,00 mov/min (Souza 2010), tendo sido considerando ambiente com ITGU igual a 83, um ambiente que provoca um estresse baixo em caprinos.

Souza et al. (2011) estudando respostas fisiológicas e índice de tolerância ao calor de caprinos mestiços de Boer no semiárido e em caprinos sem raça definida (SRD), verificaram em condições de ITGU de 84 (sombra) e 90 (sol) que estresse provocou uma elevação significativa da frequência respiratória passando de 32,04 para 56,13 mov/min, o que foi considerado um estresse de baixo a médio-alto (SILANIKOVE 2000).

Em condições de exposição à radiação solar direta foram verificados índices de ITGU bem mais elevados com aumentos significativos nas respostas fisiológicas. Mascarenhas (2018) verificou em caprinos em condições de ITGU de 84, que a média da FR foi de 129 mov/min, encontrando-se dentro da classificação de estresse alto (Silanikove 2000).

Deve-se levar em consideração também o tempo de exposição que os animais são submetidos ao estresse, pois um ambiente com o ITGU mais elevado no período de tempo menor pode provocar um estresse menor do que um ambiente com ITGU mais baixo, com maior tempo de exposição dos animais ao estresse.

As médias apresentadas nesse estudo, englobam resultados de várias pesquisas com diferentes grupos genéticos, trazendo como resultado um ITGU igual a 82 como indicador de um ambiente que apresenta desconforto para caprinos, mas o classifica como sendo um ambiente que provoca estresse baixo em caprinos.

4 CONCLUSÕES

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um índice de avaliação de conforto térmico que pode ser usado com eficiência para caprinos.

Ambientes com ITGU igual ou próximo a 82 pode ser considerado de desconforto térmico, podendo provocar estresse baixo; e ITGU acima de 84 estresse alto, para diversos grupos genéticos de caprinos criados no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, F. A. V.; PANT, K. P. **Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem lã em Sobral**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 3, p. 379-385, 1985.

BATISTA LF, *et al.* Respostas fisiológicas e reprodutivas de caprinos British Alpine nos períodos seco e chuvoso no semiárido Paraibano. **Revista observatorio de la economia latino-americana**, v.21, n.9, p. 12712-12737. 2023.

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

BRION, A. **Vademecum del veterinario**. 2. ed. Barcelona: Gea, 1964. 732 p.

BUFFINGTON DE, *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.

CASTRO, A. **A cabra**. Fortaleza: S.A.A., 1979. 365 p.

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

INGRAM DL, MOUNT LE. **Man and Animals in Hot Environments**. Springer-Verlag, New York. 1975.

INMET (2023), O ano de 2023 é o mais quente da série histórica do Brasil. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>. Acesso em: 17 de janeiro de 2023.

IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647Clima.

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

MASCARENHAS, NMH. **Variáveis fisiológicas e estruturas de tegumento de ovinos e caprinos criados no semiárido brasileiro**. 2018. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

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.

QUESADA M, *et al.* Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslançados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, (Supl 1), n. 3, p. 1021-1026, 2001.

SANTOS FCB, *et al.* Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.1, p.118, 2000.

SILVA EMN, *et al.* Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

SOUZA BB, *et al.* Efeito do ambiente e da idade sobre as respostas fisiológicas e constituintes sanguíneos de cabritos Anglo Nubiano. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.2, n.4, p.117-125, 2014.

SOUZA BB, *et al.* Respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.2, p.37-43, 2013.

SOUZA BB, *et al.* Respostas fisiológicas e índice de tolerância ao calor de caprinos mestiços de boer no semiárido. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.146-151, 2011.

SOUZA BB, *et al.* Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

SOUZA ED, *et al.* Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

SOUZA ED, *et al.* Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

SOUZA, BB, *et al.* Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.3, n.2, p.42-50, 2015.

SOUZA, BB, *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, n.1, p.275-280, 2008.