

Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros com auxílio da precisão termográfica no semiárido brasileiro*

Elisângela Maria Nunes da Silva¹⁺, Bonifácio Benicio de Souza², Gustavo de Assis Silva³, Maria Dalva Bezerra de Alcântara⁴, Maria das Graças Gomes Cunha⁴ e Bênio Alexandre de Assis Marques⁵

ABSTRACT. Silva E.M.N., Souza B.B., Silva G.A., Alcântara M.D.B., Cunha M.G.G. & Marques B.A.A. [Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros com auxílio da precisão termográfica no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 36(2):231-237, 2014. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, Rodovia Patos-Teixeira, Km 01, Jatobá, Patos, PB 58708-110, Brasil. E-mail: elisangelamns@yahoo.com.br

The present study aimed to evaluate the adaptability of dairy goats with help of thermographic precision in the semi-arid Brazilian. Thirty-six female goats were used in the study, mean age 2.5 years old and mean weight of 45 kg, all of them pure-bred, lactating and not pregnant, distributed in a completely randomized design, in a factorial outline 2 x 2; two genotypes (Anglo Nubian and Alpine) vs two shifts (morning and afternoon) with 18 repetitions. Analysis of variance showed that the shift had significant effect ($P < 0.05$) on rectal temperature (RT), average surface temperature (AST) and thermal gradients, but the breed had no significant effect ($P > 0.05$). Also, there was no significant interaction between breed and shift. Regarding the parameters: respiratory rate (RR) and surface temperature of the muzzle of cinnamon there was significant effect of breed and shift and significant interaction between breed and shift ($P < 0.05$). Positive correlations between physiological parameters and room temperature and negative correlation between thermal gradients and more parameters. The Anglo Nubian breed had become more adapted to the semi-arid environmental conditions representing a good alternative for breeding programs. The Alpine breed increased respiratory effort required to dissipate heat and maintain homeothermy, proving to be more demanding regarding system creation and management in the semi-arid climatic conditions.

KEY WORDS. Adaptability, heat stress, physiologic responses, goats.

RESUMO. Objetivou-se com esse estudo avaliar a adaptabilidade de caprinos leiteiros com auxílio da precisão termográfica nas condições ambien-

tais do semiárido brasileiro. Foram utilizadas 36 fêmeas caprinas, com média de 2,5 anos de idade e peso médio de 45 kg, todas puras, em lactação

* Recebemos em 6 de setembro de 2012.

Aceito para publicação em 22 de janeiro de 2014.

¹ Médica-veterinária, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rodovia Patos-Teixeira, Km 01, Jatobá, Patos, PB 58708-110, Brasil. ⁺ Autor para correspondência, E-mail: elisangelamns@yahoo.com.br - bolsista CNPq.

² Zootecnista, D.Sc. Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, UFCG, Rodovia Patos-Teixeira, Km 01, Jatobá, Patos, PB 58708-110. E-mail: bonif@ctr.ufcg.edu.br

³ Médico-veterinário, Extensionista Rural, Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Unidade Itapetim, Itapetim, PE 56720-000, Brasil. E-mail: gustavo.assis@ipa.br

⁴ Médica-veterinária, Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), Fazenda Pendência, Soledade, PB, 58155-000, Brasil. E-mails: aderal-dodalva@yahoo.com.br; gracasemepa@gmail.com

⁵ Médico-veterinário, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFCG, Rodovia Patos-Teixeira, Km 01, Jatobá, Patos, PB 58708-110. E-mail: beniomarque@hotmail.com.br

e não prenhes, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2×2 ; dois genótipos (Anglo Nubiana e Parda Alpina) vs dois turnos (manhã e tarde), com 18 repetições. A análise de variância revelou efeito de turno ($P < 0,05$) para temperatura retal (TR), média da temperatura superficial (TSM) e gradientes térmicos, mas não houve efeito de raça ($P > 0,05$) e nem interação significativa entre raça e turno. Com relação aos parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), temperatura superficial do focinho e temperatura superficial da canela houve efeito de turno e de raça e interação significativa entre raça e turno ($P < 0,05$). Houve correlação positiva entre os parâmetros fisiológicos e a temperatura ambiente e negativa entre os gradientes térmicos e os demais parâmetros. A raça Anglo Nubiana apresentou-se mais adaptada às condições ambientais do semiárido representando uma boa alternativa para os programas de cruzamento. A raça Parda Alpina necessitou de maior esforço respiratório para dissipar o calor e manter a homeotermia, revelando ser mais exigente com relação ao sistema de criação e manejo nas condições climáticas do semiárido.

PALAVRAS-CHAVE. Adaptabilidade, estresse térmico, parâmetros fisiológicos, caprinos.

INTRODUÇÃO

O clima se apresenta como um dos principais fatores que por meio de seus elementos: temperatura, umidade relativa e radiação solar, influenciam diretamente nos parâmetros fisiológicos dos animais de produção, parâmetros esses, que são utilizados na avaliação da adaptabilidade de raças a uma determinada condição ambiental (Silva et al. 2011).

Na última década o semiárido brasileiro tem se destacado por apresentar o maior volume de produção de leite de cabra quando comparado ao restante do país. Por outro lado, a produção ainda se apresenta bastante limitada, devido a fatores ambientais, genéticos e de manejo (Sousa et al. 2011).

Na tentativa de aumentar a produção, raças caprinas leiteiras exóticas foram introduzidas na região, visando através do cruzamento com as raças naturalizadas melhorar a produtividade e garantir resistência às condições climáticas locais (Souza et al. 2008). No entanto, o estresse calórico ainda se apresenta como principal fator limitante da produção animal nos trópicos (Monty Júnior et al. 1991).

Segundo Baccari Jr. (1996) a adaptabilidade pode ser medida pela capacidade do animal em manter a temperatura corporal, com o mínimo de

esforço sem comprometer a produtividade. Para Abbi-Saab & Sleiman (1995) os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados principalmente por meio da frequência respiratória e temperatura retal.

A temperatura da superfície corporal também se apresenta como importante parâmetro para avaliação da adaptação (Santos et al. 2005), por ser uma medida representativa do microambiente em torno do animal e apresentar alta correlação com a frequência respiratória (Collier et al. 2006).

Sabendo-se que as variáveis fisiológicas podem ser influenciadas por fatores intrínsecos e extrínsecos (Carvalho et al. 1995), novas tecnologias de precisão, como a termografia, técnica que possibilita a medição da temperatura corporal com a formação de imagens a partir da radiação infravermelho (Kotrba et al. 2007), têm sido empregadas para auxiliar no diagnóstico de alterações fisiológicas, possibilitando a tomada de decisões que venham aumentar o conforto térmico, garantindo o bem estar e minimizando os efeitos do ambiente sobre a produção animal.

Como os animais reagem de forma diferenciada ao ambiente a que estão expostos, há necessidade de se conhecer a capacidade de adaptação das raças que são exploradas em uma determinada região, afim de que, com base na realidade local possam ser adotadas tecnologias que venham aumentar a eficiência produtiva dessas raças (Silva et al. 2006). Objetivou-se com esse estudo avaliar a adaptabilidade de caprinos leiteiros com auxílio da precisão termográfica nas condições ambientais do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Pendência pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), situada à $7^{\circ} 8' 18'' S$ e $36^{\circ} 27' 2'' W$ Gr., a uma altitude em torno de 534 m acima do nível do mar, no município de Soledade, região do Curimataú Ocidental, Semiárido da Paraíba, no período de novembro e dezembro de 2010, época mais quente do ano. A região caracteriza-se por apresentar um clima do tipo Bsh' com precipitação pluviométrica média anual de 500 mm. As médias de temperatura máxima e mínima anual são de 35° e $22^{\circ} C$ respectivamente e a umidade relativa do ar situa-se em torno de 50%.

Foram utilizadas 36 fêmeas caprinas com idade média de 2,5 anos e peso médio de 45 ± 5 kg, sendo 18 da raça Anglo Nubiana linhagem leiteira e 18 da raça Parda Alpina, todas puras, em lactação e não prenhes.

Todos os animais foram mantidos em regime semi-intensivo tendo como base alimentar: pastagem de capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e a vegetação nativa da

Caatinga e como suplementação receberam ração concentrada composta por: milho, trigo, soja, melaço, calcário e sal mineral, segundo a AFRC (1995), oferecida duas vezes ao dia após as ordenhas da manhã e tarde, em um total de 800 gramas/cabeça/dia, além de água e mistura mineral "ad libitum".

As variáveis ambientais: temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e temperatura do ponto de orvalho (Tpo) foram aferidas a cada uma hora através de data loggers (On-set® HOBO U12 temperature relative humidity), instalados ao sol e a sombra no local de coleta dos parâmetros fisiológicos. As temperaturas dos globos negros foram obtidas através de sensores de temperatura instalados dentro dos globos que ficavam ligados por meio de cabo USB aos dataloggers.

O índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) foi obtido através da fórmula: $ITGU = Tgn + 0,36 * Tpo + 41,5$, descrita por Buffington et al. (1981).

As variáveis fisiológicas foram obtidas semanalmente durante o período experimental num total de sete semanas.

Os parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS), foram aferidos pela manhã entre as 8:00 e 9:00 horas e a tarde entre as 13:00 -14:00 horas.

A temperatura retal (TR) foi obtida por meio de termômetro veterinário digital (Inconterm®), introduzido diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados. A frequência respiratória (FR) foi determinada pela auscultação indireta das bulhas, com auxílio de estetoscópio flexível (3M® Littmann®) ao nível da região laringo-traqueal, durante 30 segundos e o valor multiplicado por dois obtendo-se assim a FR em um minuto (mov.min⁻¹).

A temperatura superficial (TS) foi obtida com auxílio de câmera termográfica modelo (Fluke Ti 25) com calibração automática e emissividade de 0,98, recomendada pelo fabricante para tecidos biológicos.

Todas as imagens foram realizadas do lado direito do animal para obter-se a real flutuação da temperatura corporal, evitando que os processos digestivos ocorridos no rúmen tivessem participação no aumento da temperatura superficial. Cada termograma gerado foi gravado em cartão de memória e posteriormente analisado pelo software Smartview versão 3.1, onde foram obtidas as temperaturas médias de cada região de estudo.

A média da temperatura superficial (MTS) foi obtida pela média das temperaturas de 10 regiões delimitadas no corpo do animal por meio de marcadores (focinho, olho, pescoço, costado, tronco, garupa, coxa, canela, flanco e ventre) conforme Figuras 1 e 2.

Os gradientes térmicos foram obtidos pela diferença entre as temperaturas retal e superficial (TR-TS) e pela diferença entre as temperaturas superficial e temperatura ambiente (TS-TA).

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial com dois genótipos (Anglo Nubiana e Parda Alpina) e dois turnos

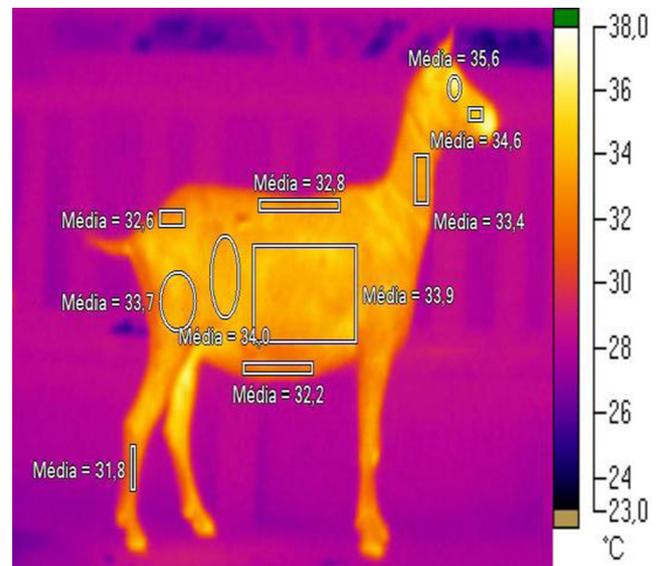


Figura 1. Termograma do corpo de cabra Parda Alpina.

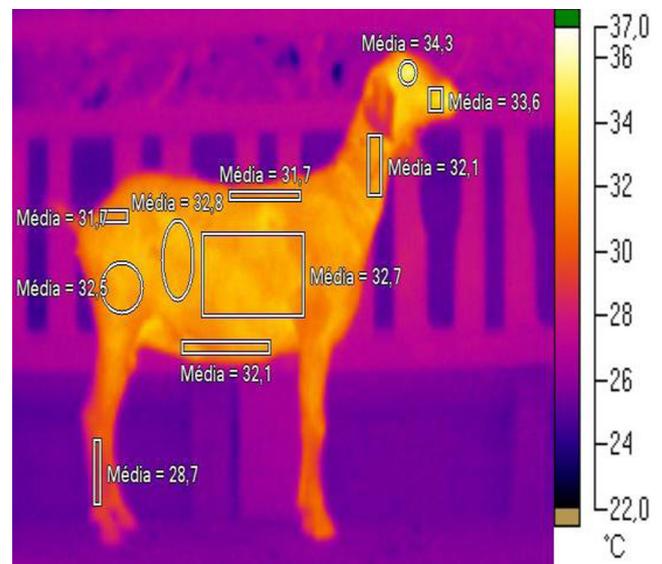


Figura 2. Termograma do corpo de cabra da raça Anglo Nubiana.

(manhã e tarde), com 18 repetições. As análises de variância foram feitas pelo programa de análises estatísticas e genéticas (SAEG 1993) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram calculadas correlações lineares (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas, gradientes térmicos e temperatura ambiente, para verificar a magnitude e proporcionalidade das variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados ambientais, observados durante o período experimental, encontram-se na Tabela 1.

A análise de variância revelou efeito de turno ($P < 0,05$) para todas as variáveis ambientais e para o ITGU, sendo as maiores médias observadas no turno da tarde para a TA, TGN e o ITGU.

Tabela 1. Valores médios das variáveis ambientais temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) na sombra e no sol, temperatura do ponto de orvalho (Tpo) e índices de temperatura do globo negro e umidade na sombra e no sol, nos turnos da manhã e da tarde.

Variáveis Ambientais	Turnos	
	Manhã	Tarde
TA (°C)	25,58 ^b	32,07 ^a
UR (%)	66,00 ^a	40,15 ^b
TGN-Sombra (°C)	26,49 ^b	32,51 ^a
TGN Sol (°C)	32,20 ^b	39,28 ^a
Tpo (°C)	19,31 ^a	17,00 ^b
ITGU Sombra	74,94 ^b	79,96 ^a
ITGU Sol	80,66 ^b	86,90 ^a

Médias seguidas de letras diferentes, na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias dos parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) (olho, pescoço, dorso, costado, garupa, coxa, ventre, flanco e corpo), média da temperatura superficial (MTS) e dos gradientes térmicos temperatura retal - temperatura superficial (TR-TS) e temperatura superficial - temperatura ambiente (TS-TA) em função das raças Anglo Nubiana e Parda Alpina e dos turnos da manhã e tarde.

Parâmetros	Raças		Turnos	
	Anglo Nubiana	Parda Alpina	Manhã	Tarde
	TR (°C)	38,99A	38,98A	38,72B
TS Olho (°C)	34,16A	34,15A	33,82B	34,49A
TS Pescoço (°C)	32,50B	32,96A	32,46B	33,00A
TS Dorso (°C)	31,48B	32,40B	32,05A	31,84A
TS Costado (°C)	32,88B	33,60A	32,98B	33,51A
TS Garupa (°C)	31,90B	32,53A	31,93B	32,49A
TS Coxa (°C)	32,18B	33,121A	32,35B	32,95A
TS Ventre (°C)	32,56A	32,46A	32,08B	32,95A
TS Flanco (°C)	33,04B	33,65A	33,09B	33,60A
MTS (°C)	32,43B	32,98A	32,29B	33,12A
Gradiente (TR-TS)	6,56A	5,99B	6,42A	6,12B
Gradiente (TS-TA)	2,75B	3,30A	5,07A	0,98B

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias da temperatura ambiente nos dois turnos foram superiores a zona de conforto térmico, que segundo Baêta & Souza (1997) fica entre 20 e 30°C para caprinos, o que também foi descrito por Silva et al. (2011).

Os valores do ITGU na sombra e no sol nos turnos da manhã 74,94 e 80,66 e da tarde 79,96 e 86,90 respectivamente, apresentaram-se elevados, porém não podem ser considerados como situação perigosa para as raças estudadas, já que as mesmas mantiveram a temperatura retal dentro da média estabelecida para espécie (Swenson & Reece 1996), mantendo a homeotermia. Resultados que estão de acordo com os achados por Silva et al. (2006) ao estudarem a adaptabilidade de raças exóticas e nativas às condições do semiárido brasileiro e Silva et al. (2011) ao estudarem o efeito das condições climáticas do semiárido sobre caprinos mestiços

F1 de Saanen com Boer que encontraram valores superiores de ITGU na sombra e no sol de 80,50 e 90,51, respectivamente.

As médias dos parâmetros temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) do olho, pescoço, dorso, costado, garupa, coxa, ventre e flanco, da temperatura superficial total (MTS) e dos gradientes térmicos encontram-se na Tabela 2.

A análise de variância revelou efeito de turno ($P < 0,05$) para TR, mas não houve efeito de raça ($P > 0,05$) e nem interação significativa entre raça e turno conforme demonstrado na Tabela 2.

A temperatura retal variou de 38,72 a 39,25 °C, sendo a maior média observada no turno da tarde. O que também foi relatado por Silva et al. (2006) e Souza et al. (2010) nas condições ambientais do semiárido brasileiro. O que pode estar relacionado com a temperatura ambiente mais elevada nesse turno concordando com (Ferreira et al. 2006) e Santos et al. (2005) ao afirmarem que o horário e período do dia afetam esse parâmetro. Contudo, todas as médias observadas para TR encontram-se dentro da normalidade para a espécie, de 38,5 e 40 °C segundo Baccari Junior et al. (1996).

As temperaturas superficiais corporais: pescoço, costado, garupa, coxa e flanco diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre as raças e entre os turnos. Resultados que concordam com o descrito por Medeiros et al. (2002) ao relatarem que existe uma grande diferença entre a temperatura corpórea central e o envoltório corporal.

Com relação à média da temperatura superficial (MTS) houve efeito de raça e de turno ($P < 0,05$), tendo sido observado maiores médias no turno da tarde. Essa variação ocorreu provavelmente, devido ao menor gradiente térmico entre a superfície corporal dos animais e a temperatura do ar no turno da tarde, período de temperaturas mais elevadas, conforme foi demonstrado na Tabela 1.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para MTS entre as raças estudadas o que não foi observado por Leite et al. (2012) em estudo com caprinos nativos confinados. Quanto mais elevada for a temperatura superficial maior a dificuldade de perder calor pelos mecanismos não evaporativos: condução, convecção e radiação, fazendo com que o aumento da FR seja um dos principais mecanismos termorregulatórios, o que nesse experimento ocorreu com a raça Parda Alpina.

Resultados esses, que concordam com os encontrados por Souza et al. (2008) ao descreverem que a eficiência dos mecanismos não evaporativos depende da diferença entre as temperaturas corporal

Tabela 3. Médias da frequência respiratória (FR) e temperaturas superficiais (TS) do focinho e canela em função das raças Anglo Nubiana e Parda Alpina e dos turnos da manhã e tarde.

Raças	FR (mov.min-1)		TS Focinho (°C)		TS Canela (°C)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Anglo Nubiana	29,78Bb	36,33Ab	31,44Bb	33,16Aa	29,04Bb	30,67Ab
Parda Alpina	35,96Ba	49,78Aa	33,06Aa	33,25Aa	31,39Aa	31,72Aa
CV (%)	18,95		3,62		2,89	

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS), temperatura ambiente (TA) e gradientes térmicos temperatura retal e temperatura superficial (TR-TS) e temperatura superficial e temperatura ambiente (TS-TA) de cabras Anglo Nubiana e Parda Alpina no semiárido paraibano.

Variáveis	FR	TR	TS	TA	TR-TS	TS-TA
TR (°C)	0,50*	1	0,56*	0,82*	-0,19*	-0,73**
FR (mov.min-1)	1	0,50*	0,44**	0,50*	-0,29*	-0,40*
TS (°C)			1	0,51*	-0,92*	-0,20**
TA (°C)				1	-0,21**	-0,94*
TR-TS					1	0,21
TS-TA					0,21	1

* Significativo a 1% e ** Significativo a 5%.

e ambiente. As temperaturas mais elevadas no período da tarde, decorrentes da maior intensidade de radiação solar, provavelmente foram às responsáveis pelo aumento da temperatura superficial nesse turno para as duas raças, resultados semelhantes aos Silva et al. (2006) ao trabalharem com caprinos nas mesmas condições climáticas.

Segundo Medeiros et al. (2001) mesmo de forma indireta, a radiação solar afeta a temperatura superficial, elevando o seu valor e alterando os gradientes térmicos entre o núcleo central e a superfície corporal e entre a superfície corporal e o ambiente.

Para Darcan et al. (2009) a TS pode ser influenciada por vários fatores externos dentre eles: cor do pêlo e a pigmentação da pele, principalmente, quando se trabalha em ambiente não controlado. Ainda, segundo os mesmos autores quando realizamos uma fotografia termográfica obtemos uma imagem que realmente representa a temperatura superficial, uma vez que cada região do corpo do animal captada pela câmera emite uma faixa de radiação infravermelha que é interpretada por cores de diferentes tonalidades associadas à variação da temperatura no local.

Para os gradientes térmicos TR-TS e TS-TA houve efeito de raça e de turno ($P < 0,05$). Com relação ao gradiente TR-TS observou-se maior média para

a raça Anglo Nubiana, enquanto que para o gradiente TS-TA foi a raça Parda Alpina que apresentou maior média.

A análise de variância revelou efeito ($P < 0,05$) de raça e de turno e interação significativa entre raça e turno para FR, TS focinho e TS canela (Tabela 3).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para FR com relação às raças e ao turno. A raça Anglo Nubiana apresentou menores médias para a FR (29,78 e 36,33 mov.min⁻¹) e a raça Parda Alpina as maiores médias (35,96 e 49,78 mov.min⁻¹) nos turnos da manhã e tarde, respectivamente.

Silva et al. (2010) ao avaliar a adaptabilidade entre raças caprinas exóticas e nativas através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento também observaram menor FR para a raça Anglo Nubiana, o que segundo os autores ocorreu devido a maior quantidade de glândulas sudoríparas observadas para esta raça, o que favorece a perda de calor pela sudorese, reduzindo o trabalho respiratório. Ainda segundo os autores outros fatores como: alimentação, idade e a temperatura ambiente podem vir a interferir na frequência respiratória.

Segundo Rocha et al. (2009), Leite et al. (2012) e Medeiros et al. (2012) isso pode estar relacionado com a origem genética da raça, uma vez que a raça Anglo Nubiana possui em seu tronco genético sangue de raças originárias do continente africano, portanto mais tolerantes as regiões.

Com relação ao turno, as médias mais elevadas da FR foram observadas no período da tarde, resultados que estão de acordo com os encontrados por Darcan et al. (2009) e Souza et al. (2010) que também observaram um aumento significativo da FR nesse período do dia ao realizarem estudos com caprinos de raças leiteiras e de corte.

As maiores médias observadas para FR na raça Parda Alpina, podem indicar um maior esforço dessa raça para dissipar o calor nas condições ambientais do semiárido. Silanikove (2000) descreve a FR como sendo um quantificador de estresse térmico, segundo o autor, quanto mais elevada a FR mais severo é o estresse a que o animal está sendo submetido. Contudo, altas frequências respiratórias não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, e sim, que ele necessita de um maior esforço para perder calor e manter a homeotermia.

As temperaturas superficiais do focinho e da canela diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre os turnos para a raça Anglo Nubiana, o que não

foi observado para a raça Parda Alpina, provavelmente devido a cor do pelame nessas duas regiões, uma vez que na raça Parda Alpina predomina a coloração preta no focinho e canelas, favorecendo a absorção de calor durante o dia.

Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações entre as variáveis fisiológicas e gradientes térmicos de cabras Anglo Nubiana e Parda Alpina e a temperatura ambiente.

Com relação a TR a análise de variância apresentou correlação positiva e significativa ($P < 0,01$) para FR, TS e TA, sendo maior para a TA ($r = 0,82$), variável climática de maior impacto sobre o comportamento fisiológico do organismo animal, resultados que estão em concordância com (Silva et al. 2006), (Souza et al. 2008), (Rocha et al. 2009), (Silva et al. 2011) e (Medeiros et al. 2012), principalmente quando se leva em consideração o turno.

A frequência respiratória apresentou correlação positiva ($P < 0,01$) com a TR, TA ($r = 0,5$, $P < 0,05$) e TS ($r = 0,44$, $P < 0,05$), resultados que indicam reação do organismo animal ao aumento da temperatura ambiente e ao acúmulo de calor endógeno, confirmando que o principal mecanismo de termólise em elevadas temperaturas é a evaporação respiratória, resultados que concordam com Starling et al. (2002) ao avaliarem ovinos submetidos ao estresse por calor e Medeiros et al. (2012) em estudo com caprinos mestiços.

Ferreira et al. (2006) ao estudarem bovinos em câmaras bioclimatológicas observaram que a TR, FR e TS tende acompanhar a temperatura ambiente, fazendo com que os mecanismos evaporativos sejam ativados, para evitar a hipertermia.

Para os gradientes térmicos houve efeito significativo, porém correlação negativa com todos os parâmetros fisiológicos e com a temperatura ambiente, uma vez, que quanto maior for a TA maior será TS e a TR e menores serão os gradientes térmicos, dificultando às perdas de calor pelas formas sensíveis: condução, convecção e radiação, resultados que estão de acordo aos encontrados Souza et al. (2008) e Silva et al. (2011).

CONCLUSÃO

A raça Anglo Nubiana apresentou-se mais adaptada às condições ambientais do semiárido representando uma boa alternativa para os programas de cruzamento. A raça Parda Alpina necessitou de maior esforço respiratório para dissipar o calor e manter a homeotermia, revelando ser mais exigente com relação ao sistema de criação e manejo nas condições climáticas do semiárido.

REFERÊNCIAS

- Abbi-Saab S., Sleiman F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. *Small Ruminant Research*. Amsterdam, 16:55-59, 1995.
- AFRC. Agricultural and Food Research Council. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Washington, 159, 1995.
- Baccari Júnior F., Gonçalves H.C. & Muniz L.M.R. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. *Rev. Vet. Zootéc.*, 8:9-14, 1996.
- Baêta F.C. & Souza C.F. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 1ª ed. UFV, Viçosa, MG, 1997. 246p.
- Buffington D.E., Collazzo-Arocho A. & Canton G.H. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE*, 24:711-714, 1981.
- Carvalho F.A., Lammoglia M.A., Simões M.J. & Randel R.D. Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. *J. Anim. Sci.*, 73:3570-3573, 1995.
- Collier R.J., Dahl G.E. & Van Baale J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 89:1244-1253, 2006.
- Darcan N.K., Cankaya S. & Karakok S.G. The effects of Skin Pigmentation on Physiological factors of thermoregulation and grazing behavior of dairy goats in a hot and humid climate. *Aust. Jf Anim. Sci.*, Korea, 22:727-731, 2009.
- Ferreira F., Pires M.F.A., Martinez M.I., Coelho S.G., Carvalho A.U. Ferreira P.M., Facury Filho E.J. & Campos W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 58:732-738, 2006.
- Kotrba R., Knížkova I., Kunc P. & Bartos L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *J. The Biol.*, London, 32:355-359, 2007.
- Leite J.R.S., Furtado D.A., Leal A.F., Souza B.B. & Silva A.S. Influência de fatores bioclimatológicos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, 16:443-448, 2012.
- Medeiros L.F.D., Scherer P.O., Vieira D.H. & Sousa J.C.D. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. *Rev. Bras. Med. Vet.*, Rio de Janeiro, 23:199-202, 2001.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Passos N.C., Patrício P.M.P., Souza D.C., Costa E.C.X., Yogui E.K. & Fonseca M.V. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região metropolitana no estado do Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Med. Vet.*, Rio de Janeiro, 34:35-46, 2012.
- Medeiros L.F.D., Vieira D.H., Quintanilha J.R., Cidreira R.G., Luna M.C.M., Zanine A.M. & Macedo Junior G.L. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. *Rev. Bras. Med. Vet.*, Rio de Janeiro, 24:30-35, 2002.
- Monty Junior D.E., Kelly L.M. & Rice W.R. Acclimatization of st Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. *Small Rumin. Res.*, Amsterdam, 4:379-392, 1991.
- Rocha R.R.C., Costa A.P.R., Azevedo D.M.M.R., Nascimento H.T.S., Cardoso F.S., Muratori M.C.S. & Lopes J.B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, 61:1165-1172, 2009.
- SAEG. Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1993.
- Santos F.C.B., Souza B.B., Alfaro C.E.P., Cezar M.F., Pimenta Filho E.C., Acosta A.A.A. & Santos J.R.S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 29:142-149, 2005.
- Silanikove N. Effects of heat stress on the Welfare of extensively managed domestic ruminants. *Lives. Produc. Sci.*, Nova York, 67:1-18, 2000.
- Silva C.M.B.A., Souza B.B., Brandão P.A., Marinho P.V.T. & Benício T.M.A. Efeito das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços F1 Saanen x Boer. *Revista Caatinga*, Mossoró, 24:195-199, 2011.
- Silva E.M.N., Souza B.B., Silva G.A., Cezar M.F., Souza W.H., Benício

- T.M.A. & Freitas M.M.S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 30:516-521, 2006.
- Silva E.M.N., Souza B.B., Sousa O.B., Silva G.A. & Freitas M.M.S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, Mossoró, 23:142-148, 2010.
- Sousa W.H., Ojeda M.D.B., Facó O. & Cartaxo F.Q. Genetic improvement of goats in Brazil: Experiences, challenges and needs. *Small Rumin. Res.*, Amsterdam, 98:147-156, 2011.
- Souza B.B., Lopes J.J., Roberto J.V.B., Silva A.M.A., Silva E.M.N. & Silva G.A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semiárido paraibano. *Agropec. Cient. Semi-Árido*, Patos, PB, 6:47-51, 2010.
- Souza B.B., Souza E.D., Cezar M.F., Souza W.H., Santos J.R.S. & Benício T.M.A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciênc. Agrotec.*, 32:275-280, 2008.
- Starling J.M.C., Silva R.G., Cerón-Muñoz M., Barbosa G.S.S.C. & Costa M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, 31:2070-2077, 2002.
- Swenson M.J. & Reece W.O. Dukes - Fisiologia dos animais domésticos. 11ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. 855p.