

Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha

Thermal gradients and physiological responses of goats in the Brazilian semi-arid using thermography infrared

João Vinícius Barbosa Roberto ▪ Bonifácio Benício de Souza ▪
Dermeval Araújo Furtado ▪ Luciano José Bezerra Delfino ▪
Bênnio Alexandre de Assis Marques

JVB Roberto (Autor para correspondência) ▪ **BB Souza** ▪ **LJB Delfino** ▪ **BAA Maqqes**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Caixa Postal 64, 58708-110, Patos, PB, Brasil
email: viniciusjv@yahoo.com.br

DA Furtado

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, Brasil

Recebido: 06 de Dezembro, 2013 ▪ Revisado: 20 de Janeiro, 2014 ▪ Aceito: 24 de Janeiro, 2014

Resumo Objetivou-se com esse trabalho avaliar as respostas fisiológicas e os gradientes térmicos de cabras Saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ Bôer criadas no semiárido, com auxílio da termografia de infravermelho. Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 puras Saanen e 9 mestiças, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x2 (duas raças e dois turnos), com 18 repetições. A análise de variância revelou efeito de turno ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas, com exceção da frequência respiratória, sendo observadas no turno da tarde as maiores médias para temperatura retal e para temperatura superficial das diferentes regiões estudadas (globo ocular, focinho, pescoço, costado, garupa, flanco, coxa, canela e ventre). No turno da manhã, verificaram-se as maiores médias para os gradientes estudados. Não foi observado efeito de raça para nenhum dos parâmetros avaliados, exceto para a frequência respiratória, temperatura superficial do globo ocular e temperatura superficial do focinho no turno da tarde, sendo observadas para esse último, as maiores médias para o grupo das mestiças. Apesar de manter a temperatura retal dentro dos níveis normais para a espécie, o grupo genético Saanen se mostrou menos tolerante às condições climáticas do semiárido do que os mestiços $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ Bôer. Mesmo em condições de confinamento, o período da tarde no semiárido se torna estressante para os caprinos reduzindo os gradientes térmicos entre as temperaturas do núcleo central e a superfície corporal e desta com o ambiente, elevando a frequência respiratória dos animais.

Palavras-chave Ambiência, Conforto Térmico, Saanen, Zootecnia

Abstract The objective of this study was to evaluate the physiological responses and thermal gradients of goats Saanen and crossbred $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ Boer created in the semi-arid, with the aid of infrared thermography. We used 18 goats, 9 pure Saanen and 9 crossbred distributed in a completely randomized design with factorial 2x2 (two races and two periods), with 18 repetitions. The analysis of variance revealed shift effect ($P < 0.05$) for all variables studied, except for respiratory rate, being observed in the afternoon the highest averages for rectal temperature and surface temperature of the different body regions studied (eyeball, snout, neck, side, rump, flank, thigh, shin and stomach). In the morning, there were the highest averages for the gradients studied. There was no effect of race for any of the parameters evaluated, except for respiratory rate, surface temperature of the eyeball and surface temperature of the snout in the afternoon, being observed for the latter, the highest average for the group of crossbred. While maintaining the rectal temperature within the normal range for the species, the genetic group Saanen was less tolerant of semi-arid climatic conditions than crossbred $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen. Even in conditions of confinement, the afternoon in the semi-arid becomes stressful for the goats reducing the thermal gradient between the temperatures of the central core and the body surface and this with the environment, increasing respiratory rate.

Keywords Ambience, Thermal Comfort, Saanen, Zootechnics

Introdução

Nos últimos anos, a condição ambiental mundial tem ganhado destaque, frente às diversas mudanças climáticas ocorridas. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao bem-estar e a adaptabilidade dos animais aos climas tropicais têm sido fatores fundamentais na busca de uma maior eficiência e uma maior sustentabilidade da produção animal nos trópicos.

De acordo com Resende et al (2010), a produção científica mundial de caprinos e ovinos aumentou muito nos últimos anos, tendo a produção científica brasileira aumentado cinco vezes mais, em relação à mundial, evidenciando o progresso científico que ocorreu no Brasil nos últimos dez anos.

Para a região semiárida do nordeste brasileiro, a atividade pecuária é de extrema importância, sobretudo a criação de ruminantes. Esta tem se constituído, ao longo tempo, em função das condições edafo-climáticas desfavoráveis, na atividade básica das populações rurais distribuídas nos 95 milhões de hectares da região semiárida nordestina (Nóbrega et al 2011).

O estresse térmico é um dos principais fatores limitantes da produção animal, de forma que para se obter o melhor desempenho de um determinado sistema de produção, é necessário que as atividades desse sistema sejam desenvolvidas dentro de uma zona de conforto térmico para os animais.

Nesse contexto, os estudos bioclimatológicos servem como ferramenta fundamental para contribuir com a defesa e seleção de animais mais adaptados às condições climáticas do semiárido. Assim como também, a escolha de determinadas raças para serem exploradas em um determinado ambiente não depende somente das características naturais e físicas deste ambiente, mas também das características genéticas e do grau de rusticidade e adaptabilidade dos animais. Portanto, o estudo das variáveis ambientais e fisiológicas tem o papel de diagnosticar o melhor ambiente e a espécie mais adaptada à determinada região.

Na física fundamental, é sabido que todos os corpos com temperatura acima do zero absoluto emitem radiação de infravermelho na forma de ondas eletromagnéticas que podem ser absorvidas por outros corpos ao redor. Este tipo de radiação compõe uma parte do espectro eletromagnético e está fortemente relacionada ao calor emitido pelo corpo.

A termografia de infravermelho é definida como uma técnica não-invasiva de sensoriamento remoto que possibilita a medição justamente desta radiação térmica que caracteriza a temperatura de um corpo e a formação de imagens termográficas a partir de radiação de infravermelho. Mapas termográficos, ou imagens termográficas, são largamente explorados em alguns países para determinar a perda de calor em construções urbanas, predizer problemas da construção,

tais como regiões de maior umidade. Estas imagens permitem a observação direta da distribuição de temperatura em uma superfície (Knížková et al 2007).

Nesse contexto, o uso de novas tecnologias como a termografia de infravermelho surgem como alternativas para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, dando suporte à decisão e promovendo a saúde e o Bem-estar animal. Portanto objetivou-se com este trabalho avaliar com auxílio da termografia, as respostas fisiológicas e os gradientes térmicos de dois diferentes grupos genéticos de caprinos, criados em sistema de confinamento, nos turnos manhã e tarde, no semiárido paraibano.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus de Patos, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011, totalizando 75 dias de experimento.

A região caracteriza-se por apresentar um clima BSH (Köppen) classificado como quente e seco, com temperatura máxima de 32,9 °C e mínima de 20,8 °C e umidade relativa de 61% além de apresentar duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa, de janeiro a maio, e outra seca, de junho a dezembro, com médias pluviométricas anuais de 500 mm.

Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 fêmeas puras da raça Saanen com peso vivo médio inicial de 21,68 kg \pm 2,59 e peso vivo médio final de 25,29 kg \pm 2,44; e 9 mestiças $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ bôer com peso vivo médio inicial de 19,66 kg \pm 2,21 e peso vivo médio final de 21,30 kg \pm 3,68, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x2 (dois grupos genéticos e dois turnos), com 18 repetições.

As cabras foram criadas em sistema intensivo, recebendo água *ad libitum* e foram submetidos a um período de adaptação ao manejo, às instalações e aos tratamentos durante 10 dias. Durante o período experimental, as cabras foram pesadas a cada sete dias após jejum noturno de alimento sólido e líquido. A dieta experimental foi composta de feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon*) e ração concentrada ajustada a base de farelo de milho (21,20%), farelo de soja (7,60%), mistura mineral (1%) e fosfato bicálcico (0,2%), na proporção de 70% de volumoso e 30% de concentrado. A composição bromatológica dos ingredientes encontra-se na Tabela 1.

A dieta foi ajustada para um ganho de peso médio de 100 g/dia (NRC, 2007) e fornecidas à vontade. Os animais foram alimentados individualmente às 7 e às 14 horas. A dieta era pesada e ajustada diariamente para permitir sobras de aproximadamente 20% do peso do alimento consumido no dia anterior.

Tabela 1 Composição bromatológica dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais

Composição (% MS)	Feno de capim Tifton	Farelo de milho	Farelo de soja
MS	85,44	0,55	90,25
MM	8,95	1,78	6,96
MO	91,05	98,22	93,04
PB	12,24	8,54	49,64
FDN	80,80	-	-
FDA	44,46	-	-
EB(Mcal/kg)	4,734	4,537	4,706

MS= matéria seca, MM= matéria mineral, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EB= energia bruta

A suplementação mineral foi ajustada de modo a atender as recomendações mínimas exigidas de acordo com o NRC (2007). O suplemento mineral fornecido aos animais apresentava na sua composição básica os seguintes compostos: fosfato bicálcico, carbonato de cálcio, cloreto de potássio, enxofre ventilado, óxido de magnésio, premix mineral transquelatado, carbo-amino-fosfoquelato de cobre, carbo-amino-fosfoquelato de zinco, carbo-amino-fosfoquelato de manganês, carbo-amino-fosfoquelato de selênio, carbo-amino-fosfoquelato de cromo, vitaminas A, D3 e E, sendo que sua composição química se encontra na tabela 2.

Tabela2 Composição química dos minerais componentes do suplemento mineral ofertado aos animais.

Ingredientes	Quantidades/kg
Cálcio (Ca)	240,00 g
Fósforo (P)	71,00 g
Potássio (K)	28,20 g
Enxofre (S)	20 g
Magnésio (Mg)	20 g
Ferro (Fe)	2.500,00 mg
Zinco (Zn)	1.700,00 mg
Manganês (Mn)	1.350,00 mg
Flúor (F)	710,00 mg
Cobre (Cu)	400 mg
Iodo (I)	40,00 mg
Cobalto (Co)	30 mg
Selênio (Se)	15,00 mg
Cromo (Cr)	10,00 mg
Vit. A	135.000,00 UI
Vit. D3	68.000,00 UI
Vit. E	450,00 UI

Antes de iniciar o experimento os animais foram identificados com brincos, vermifugados, pesados e alojados em baias de madeira individuais, com dimensões de 1,5m x

1,0m e providas de bebedouros e comedouros. As baias faziam parte de um galpão aberto que possuía cobertura de telhas de cimento amianto, piso de concreto e construído no sentido leste-oeste. O galpão apresentava comprimento de 11m e largura de 6m, com corredor central de 1,5m de largura e pé direito de 2,5m.

As variáveis ambientais temperatura do ar (T°Ar), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (Tg), foram obtidas através de um datalogger tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, e instalado no local de abrigo dos animais.

O datalogger foi programado para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas e durante todos os 75 dias de experimento, sendo que utilizou-se para análise estatística os dados ambientais das 8 horas para o turno manhã e 15 horas para o turno da tarde, levando-se em consideração que tais horários foram escolhidos de forma aleatória, como representativos dos turnos manhã e tarde.

Com os dados ambientais obtidos foram calculados o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a fórmula: $Tgn + 0,36 * Tpo + 41,5$ (Buffington et al., 1981), onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo: Temperatura do ponto de orvalho.

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS), e foram aferidos às 8 e 15 horas, seguindo metodologia descrita por Silva et al. (2010).

Para obtenção da temperatura retal (TR) utilizou-se de um termômetro clínico digital com escala de 32 a 43,9 °C, sendo este introduzido no reto do animal de forma que o bulbo fique em contato com a mucosa, permanecendo por um período até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura. A frequência respiratória foi medida por meio da auscultação indireta das bulhas, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos, e então multiplicando-se este valor por 4, obtendo-se assim o número de movimentos respiratórios por minuto.

A temperatura superficial de cada animal foi obtida através uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25, Fluke Corporation, Everett, Washington, EUA) com calibração automática, quando os animais permaneceram imóveis. Todas as imagens foram realizadas do lado direito do animal, evitando que os processos digestivos ocorridos no rúmen tivessem participação no aumento da temperatura superficial. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 3.1, através do qual foram obtidas temperaturas médias das regiões em estudo (globo ocular (globo), focinho, pescoço (pesco), costado (cost), garupa (garu), flanco, coxa (coxa), canela e ventre (ventre), considerando-se a emissividade de 0,98.

Os resultados foram submetidos ao programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG – Versão 5.0) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As médias das variáveis ambientais temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) nos turnos manhã e tarde encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 Médias das variáveis ambientais, temperatura do ar (TA), temperatura do globo negro (TGN), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e umidade relativa (UR) nos turnos manhã e tarde.

Variáveis e Índices Ambientais	Turnos	
	Manhã	Tarde
T° Ar (°C)	28,12 ^a	34,65 ^b
TGN (°C)	28,89 ^a	36,49 ^b
ITGU	78,72 ^a	86,09 ^b
UR (%)	73,84 ^b	48,37 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

A análise de variância revelou efeito de turno ($P < 0,05$) para todas as variáveis ambientais.

A temperatura ambiente no turno da tarde (34,65 °C) apresentou-se acima da temperatura máxima de conforto térmico para caprinos de acordo com Baêta e Souza (1997) que estabelece valores de 20 °C a 30 °C para esta espécie.

Ao estudar o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em sistema de confinamento, no semiárido paraibano, Souza et al (2011) obtiveram valores inferiores (27,12 e 32,06 °C nos turnos manhã e tarde respectivamente) aos encontrados neste estudo, e também afirmaram que no turno da manhã a média de temperatura ambiente apresentou-se dentro da zona de conforto térmico (20 a 30 °C) e no turno da tarde a temperatura foi superior a esta zona de conforto térmico.

De acordo com Gomes et al (2008), é comum no semiárido que as temperaturas nos horários mais quentes do dia fiquem acima da zona de conforto térmico para caprinos. Também foram observados em outros estudos (Neiva et al 2004; Souza et al 2005; e Santos et al 2005) valores semelhantes aos desta pesquisa, relatando valores da temperatura ambiente fora da zona de conforto térmico nos horários mais quentes do dia, ou seja, a partir do meio dia.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um dos parâmetros ambientais mais utilizados para

determinação do conforto ambiental e leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para animais criados em pasto mas também para animais criados em confinamento.

Observando as médias de ITGU verifica-se que houve efeito de turnos, sendo as maiores médias encontradas no turno da tarde (86,09), indicando que as maiores temperaturas ambientes nesse turno expõe os animais, mesmo os criados em confinamento, a uma condição de desconforto térmico, o que pode ser evidenciado pelo fato de que os animais também apresentaram um aumento significativo de suas respostas fisiológicas nesse turno.

Analisando os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Bôer, Silva et al (2011) encontraram valores de ITGU na sombra de 79,44 e 81,55 para os turnos manhã e tarde respectivamente, e afirmaram que as médias encontradas não devem ser consideradas como situação perigosa, já que os parâmetros fisiológicos encontrados estão dentro do padrão normal para a espécie caprina. Assim, as médias de ITGU encontradas neste estudo provavelmente também não devem ser consideradas como situação perigosa, já que as respostas fisiológicas dos animais, mesmo apresentando um aumento significativo nos horários mais quentes do dia, se mostraram dentro do padrão normal para a espécie caprina.

Objetivando determinar o efeito do ambiente térmico e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó confinados, Gomes et al (2008) observaram às 9 e 15 horas valores de ITGU de 79,3 e 85,9 respectivamente, e afirmaram que de todos os horários estudados (7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas), os maiores valores foram obtidos entre os horários das 13 e 15 h.

Com relação à umidade relativa, as médias observadas também demonstram que houve efeito de turno, porém, ao contrário do que foi observado com os outros parâmetros, a maior média foi observada no turno da manhã e não no turno da tarde (UR manhã = 73,84 %; UR tarde = 48,37 %), concordando com os valores encontrados por Cordão et al (2010) ao estudarem o efeito da dieta e do ambiente sobre as respostas fisiológicas de ovinos em confinamento no semiárido.

As médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), gradiente térmico entre temperatura retal e temperatura superficial (TRTS) e temperatura superficial do globo ocular (globo), pescoço (pesco), costado (cost), garupa (garu), coxa (coxa) e ventre (ventre) em função dos grupos genéticos e dos turnos, encontram-se na tabela 4.

A análise de variância demonstra que, para as variáveis temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), gradiente entre temperatura retal e temperatura superficial (TRTS), globo ocular (globo), pescoço (pesco),

costado (cost), garupa (garu), coxa (coxa) e ventre (ventre), não houve interação significativa entre os fatores grupos genéticos e turnos. A análise de variância não indicou diferença significativa ($P>0,05$) para a TR entre os dois grupos genéticos, sendo as médias de 38,89 e 39,02 °C observadas para os grupos Saanen e $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ Bôer, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al (2010), trabalhando com caprinos puros Saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ bôer, também não observaram diferença significativa entre as raças.

Ao avaliar o efeito da idade e da raça sobre a temperatura corporal de caprinos das raças Anglo-Nubiana e Parda-Alemã, Medeiros et al (2002) observaram médias de 39,35 e 39,32 °C para Anglo-Nubiana e Parda-Alemã respectivamente, e afirmaram também que não houve influência da raça sobre a TR.

No presente estudo não foi observada influência da raça sobre a TR, contudo, não pode-se afirmar que o fator raça não tenha nenhuma relação com a termorregulação, pois os caprinos do grupo genético das puras apresentaram maiores médias de FR do que as mestiças, indicando por parte desse grupo, um maior desafio para manter a homeotermia, em relação às mestiças. Em parte, a diferença não significativa na temperatura retal entre os grupos genéticos estudados pode ser devido ao fato de que os animais estão confinados e protegidos da radiação solar direta, devido também ao movimento dos animais e alta temperatura ambiental, e a combinação desses e outros fatores.

Com relação aos turnos manhã e tarde, verificou-se que houve efeito de turnos ($P<0,05$) para a TR (38,76 °C e 39,14 °C para manhã e tarde respectivamente), sendo as maiores médias observadas no turno da tarde devido ao estresse térmico comum nesse período, como demonstra os dados ambientais obtidos (Tabela 3).

Neiva et al (2004), ao avaliarem o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês, também observaram elevação da TR no turno da tarde, demonstrando que a elevação da temperatura ambiente exerceu efeito sobre a TR dos animais. Resultados estes que concordam com Santos et al (2005), ao descreverem sobre a influência da temperatura ambiente e do turno sobre a TR em caprinos adultos.

Segundo Schmidt-Nielsen (1996), os animais diurnos apresentam uma temperatura máxima durante o dia e uma mínima à noite; os animais noturnos apresentam um padrão inverso. Isto é uma evidência de que a diferença da temperatura corporal desses animais não é apenas uma simples reação à temperatura ambiente, mas um processo fisiológico associado à atividade orgânica (Medeiros et al 2002).

A temperatura corpórea deve ser de fato, um ciclo endógeno (Schmidt-Nielsen,1996). Contudo a literatura tem

demonstrado que o ciclo da temperatura é regido pela iluminação (ciclo da luz).

Entretanto, sob o processo de estresse calórico no turno da tarde, há uma marcante variação da TR e uma consequente hipertermia, ficando evidente que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem dessa hipertermia.

Porém, todas as médias observadas para temperatura retal encontram-se dentro das margens aceitáveis, pois, segundo Feitosa (2004), para caprinos jovens a TR pode variar entre 38,8 e 40,2 °C.

Com relação à FR a análise de variância revelou efeito de grupo genético ($P<0,05$), tendo o grupo das puras Saanen apresentado maior média de FR (52,44 mov./min), demonstrando maior esforço da raça Saanen em manter a homeotermia, através da dissipação de calor pela respiração, do que os mestiços. Isto pode ser explicado devido ao fato de que os caprinos puros Saanen, por conta de suas características genéticas de origem européia, são menos tolerantes aos ambientes quentes do que os caprinos de origem africana, como o Bôer.

Os resultados obtidos corroboram o que foi observado por Medeiros et al (2012), quando verificaram que a evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso homeotérmico utilizado com maior intensidade pelas raças do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina). Já a raça do tronco africano (Anglo-Nubiana) fez o uso mais moderado da dissipação do calor produzido através da respiração. Isto é um indício de que neste grupo há eliminação do calor corporal por outros mecanismos além da aceleração da frequência respiratória, como por exemplo, dissipação por condução, convecção e radiação. Isso, ainda segundo Medeiros et al (2012), é uma evidência que há diferenças genéticas nas reações fisiológicas dos caprinos, e que essas diferenças devem ser provenientes de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais.

Resultados semelhantes, com relação à frequência respiratória também foram encontrados por Souza et al (2010), Medeiros et al (2008), e Rocha et al (2009), que observaram maiores médias também para raça Saanen.

Com relação aos turnos manhã e tarde, não houve diferença significativa ($P>0,05$) para a FR, tendo os animais no turno da manhã apresentado uma média de 40,05 mov./min, e os animais no turno da tarde, uma média de 47,19 mov./min. Tais valores de FR estão de acordo com a variação normal para a espécie caprina.

Ao analisar os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Bôer e suas inter-relações entre os sexos e o turno em sistema intensivo de criação, Silva et al (2011) observaram também não haver efeito de turnos sobre a FR.

Porém, outras pesquisas (Medeiros et al 2001; Silva et al 2010; Souza et al 2008) verificaram que houve diferença significativa na FR dos animais, entre os turnos manhã e tarde.

Altas frequências respiratórias não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, ou seja, se a frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, não ocorrerá estresse calórico. Isso é variável de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de calor sensível (condução, convecção e radiação), pois, se estes não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e/ou frequência respiratória, para manter a homeotermia (Eustáquio Filho et al 2011).

Todavia, Silva e Starling (2003) descreveram que com o aumento da perda de calor na superfície do corpo pela sudorese, o organismo tende a reduzir o trabalho respiratório, diminuindo a FR.

Para o gradiente térmico TR-TS, a análise de variância não revelou efeito significativo ($P>0,05$) dos grupos genéticos, porém houve efeito de turnos, tendo o turno da manhã apresentado uma média de 6,31 °C e o turno da tarde uma média de 2,33 °C.

Sabendo-se que a eficiência dos mecanismos termorreguladores dos animais depende do gradiente entre o corpo do animal e o ambiente, e que quanto maior o gradiente térmico maior será a dissipação de calor, pode-se afirmar que os resultados deste estudo indicam que houve uma maior capacidade dos animais de dissipação de calor

pelos mecanismos sensíveis no turno da manhã do que no turno da tarde, concordando com o observado por Souza et al (2005) e Santos et al (2006).

Com relação ao efeito da região corporal, não houve efeito significativo de grupos genéticos ($P>0,05$), apresentando somente diferença significativa ($P<0,05$) entre turnos (Tabela 4).

Para a variável globo ocular, a análise estatística demonstra que houve diferença significativa entre os grupos genéticos e os turnos, sendo as maiores médias observadas para o grupo das mestiças e o turno da tarde. A variação entre os grupos genéticos pode ser explicada em parte, devido ao fato de que a maioria dos mestiços apresentaram, na região do globo ocular, pelame mais escuro do que o grupo das puras, tendendo a absorver mais a radiação solar e elevando a TS nesta região.

No turno da tarde, essa variação ocorreu provavelmente em função do menor gradiente térmico entre a superfície dos animais e a temperatura do ar, por causa da elevação da temperatura ambiente nesse turno. Resultados semelhantes também foram observados por Gomes et al (2008) e Leite et al (2012), que trabalhando com caprinos nativos no semiárido paraibano, encontraram valores de temperatura superficial mais elevados no período da tarde, quando comparados com o período da manhã.

As médias da temperatura superficial (TS), do gradiente térmico entre temperatura superficial e temperatura ambiente (TSTA) e das temperaturas superficiais do focinho, flanco e canela em função dos grupos genéticos e dos turnos encontram-se na tabela 5.

Tabela 4 Médias de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), gradiente térmico entre TR e TS e temperatura superficial de diversas regiões do corpo de cabras Saanen e mestiças ¼ Saanen + ¾ bôer no semiárido brasileiro.

Grupo Genético	TR(°C)	FR(mov./min)	TRTS	GLOBO	PESCO	COST	GARU	COXA	VENTRE
Saanen	38,89 ^a	52,44 ^a	4,38 ^a	35,36 ^b	34,5 ^a	34,82 ^a	33,86 ^a	34,17 ^a	34,63 ^a
¼Saanen+¾Boer	39,02 ^a	34,8 ^b	4,26 ^a	36,08 ^a	34,98 ^a	35,09 ^a	34,19 ^a	34,19 ^a	34,56 ^a
Turnos									
Manhã	38,76 ^b	40,05 ^a	6,31 ^a	34,01 ^b	32,34 ^b	32,83 ^b	31,18 ^b	31,97 ^b	32,58 ^b
Tarde	39,14 ^a	47,19 ^a	2,33 ^b	37,42 ^a	37,14 ^a	37,08 ^a	36,87 ^a	36,39 ^a	36,61 ^a
CV (%)	0,98	31,76	12,65	1,75	2,45	1,8	1,94	1,47	1,81

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si ($P<0,05$) pelo Teste de Tukey.

A análise de variância revelou interação significativa ($P<0,05$) entre turnos e grupos genéticos, para as variáveis TS, TSTA, focinho, flanco e canela.

Para a TS em ambos os turnos, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os grupos genéticos estudados (Tabela 5). Tais resultados estão de acordo com o observado por Leite et al (2012), que trabalhando com caprinos no semiárido paraibano, também não verificaram diferença significativa entre as raça estudadas.

Já com relação aos turnos, observa-se que houve diferença significativa ($P<0,05$), tendo o turno da tarde apresentado as maiores médias, tanto no grupo das puras quanto no das mestiças, indicando a influência direta dos fatores ambientais sobre a TS. Concordando com esta afirmação, Eustáquio Filho et al (2011), observaram que a temperatura ambiente teve efeito linear significativo sobre a temperatura do pelame, afirmando que isso ocorre provavelmente devido aos processos fisiológicos, como a vasodilatação e a sudorese, que são ativados para dissipação

do calor corpóreo, e que sob estresse severo, ocorre aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevação da taxa de fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais.

Estudando a comparação entre a distribuição das temperaturas superficiais do Eland e de bovinos leiteiros utilizando a termografia de infravermelho, Kotrba et al (2007) também encontraram uma alta correlação da temperatura do ar sobre a TS de todas as regiões estudadas. Montanholi et al (2008), aplicando a termografia de infravermelho no estudo da TS e como indicador de produção de calor e de metano em bovinos, afirmaram que esta tecnologia pode ser utilizada para avaliar as respostas fisiológicas e também para avaliar a produção de calor pelos animais.

Tabela 5 Médias da temperatura superficial geral (TS), do gradiente térmico entre temperatura superficial e temperatura ambiente (TSTA) e das temperaturas superficiais do focinho, flanco e canela em função dos grupos genéticos e dos turnos.

Variáveis	Turno	Saanen	¼Saanen+¾Boer	CV %
TS	Manhã	32,42 ^{Ab}	32,11 ^{Ab}	1,4
	Tarde	36,64 ^{Aa}	37,06 ^{Aa}	
TSTA	Manhã	4,3 ^{Aa}	3,99 ^{Aa}	15,25
	Tarde	1,99 ^{Ab}	2,41 ^{Ab}	
Focinho	Manhã	33,24 ^{Ab}	33,02 ^{Ab}	1,55
	Tarde	36,56 ^{Ba}	37,31 ^{Aa}	
Flanco	Manhã	32,93 ^{Ab}	32,39 ^{Ab}	1,98
	Tarde	37,14 ^{Aa}	37,67 ^{Aa}	
Canela	Manhã	31,19 ^{Ab}	30,57 ^{Ab}	2,01
	Tarde	35,32 ^{Aa}	35,77 ^{Aa}	

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

Em trabalho para determinar a temperatura superficial e o índice de tolerância ao calor de caprinos (F1), resultantes de cruzamentos entre reprodutores das raças Bôer, Savana, Kalarari, Anglo-Nubiana e Moxotó, com matrizes caprinas SRD da região semiárida paraibana, Souza et al (2008) verificaram que houve efeito de turno para a TS de todas as regiões corporais estudadas, sendo as maiores médias encontradas no turno da tarde, e afirmou que essa variação ocorreu provavelmente em função do menor gradiente térmico entre a superfície dos animais e a temperatura do ar, no turno da tarde por causa da elevação da temperatura ambiente.

Segundo Medeiros et al (2001), mesmo na forma indireta, a radiação solar afeta a temperatura superficial, elevando os valores e alterando os gradientes térmicos, entre

o núcleo central e superficial corporal, a superfície e o meio ambiente. Isso dificulta a dissipação do calor e afeta, também, o processo termorregulatório.

Neste contexto, devido ao fato de apresentarem alto poder de reflexão dos raios solares, os animais que possuem pelagem clara como a raça Saanen, podem apresentar médias de temperatura superficial mais baixas do que animais que possuem pelagem escura, sendo em parte mais tolerantes à exposição ao sol (Silva et al 2001; Rocha et al 2009; Silva et al 2011). Entretanto, não devem ser considerados mais adaptados as regiões de clima quente, pois nos animais de pelame branco, a radiação que não é refletida penetra profundamente, atingindo a epiderme, principalmente quando o pelame é pouco denso e os pelos eretos (Silva et al 2001).

Com relação ao gradiente térmico entre TS-TA, comparando-se os grupos genéticos, observa-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$), em nenhum dos turnos.

Já ao comparar os turnos manhã e tarde, verificou-se que houve diferença estatística ($P < 0,05$) para o gradiente TS-TA, sendo observada as maiores médias no turno da tarde. No grupo das Saanen, verificou-se médias de 4,3 °C e 1,99 °C nos turnos manhã e tarde, respectivamente. Já para o grupo das mestiças foram observadas médias de 3,99 °C e 2,41 °C nos turnos manhã e tarde, respectivamente.

Concordando com a presente pesquisa, Souza et al (2005), ao determinar os parâmetros fisiológicos e os gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido, também verificaram efeito de turno para o gradiente TS-TA, sendo as maiores médias encontradas no turno da manhã.

Verifica-se que o maior gradiente térmico pela manhã está associado com menores taxas de FR, e conseqüentemente, uma maior capacidade de dissipação de calor pelos animais, assim como no turno da tarde observa-se que o gradiente diminui e para conseguir manter a homeotermia, os animais aumentam a FR.

Com relação às temperaturas superficiais do focinho, flanco e canela, a análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) de grupo genético para nenhuma dessas variáveis em nenhum dos turnos, com exceção apenas da variável focinho no turno da tarde, que apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os grupos genéticos, sendo as maiores médias observadas para o grupo das mestiças. Sousa et al (2008), ao determinar a temperatura superficial de caprinos, observaram que para a região da frente, não houve efeito de grupos raciais.

Comparando-se os turnos, verificou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para as variáveis focinho, flanco e canela, sendo as maiores médias observadas no turno da tarde. Resultados que se assemelham aos observados por Santos et al (2005) e Sousa et al (2008).

Conclusões

Os animais da raça Saanen são mais susceptíveis às condições climáticas do semiárido do que as mestiças por terem apresentado maiores médias de frequência respiratória. Mesmo em condições de confinamento, o período da tarde no semiárido se torna estressante para os caprinos reduzindo os gradientes térmicos entre as temperaturas do núcleo central e a superfície corporal e desta com o ambiente.

Referências

- Baêta FC, Souza CF (1997) Ambiência em edificações rurais conforto térmico. Viçosa, UFV. Universidade de Viçosa.. 246p.
- Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH (1981) Pitt D Black Globe-Humidity index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. Transactions of the Asae 711–713.
- Cordão MA, Souza BB, Pereira GM, Bakke OA, Silva AMA, Lopes JJ (2010) Respostas fisiológicas de cordeiros santa inês em confinamento à dieta e ao ambiente físico no trópico semiárido. ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido 6:47–51.
- Eustáquio Filho A, Teodoro SM, Chaves MA, Santos PEF, Silva MWR, Murta RM, Carvalho GGP, Souza LB (2011) Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia 40:1807–1814.
- Feitosa FL (2004) Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico. São Paulo: Roca, p. 81.
- Gomes CAV, Furtado DA, Medeiros AN, Silva DS, Pimenta Filho E, Lima Júnior V (2008) Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 12:213–219.
- Knížková I, Kunk P, Gurdil GAK, Pinar Y, Selví KC (2007) Applications of infrared thermography in animal production. Journal of the Faculty of Agriculture 22:329–336.
- Kotrba R, Knížková I, Kunk P, Bartos L (2007) Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. Journal of Thermal Biology 32:355–359.
- Leite JRS, Furtado DA, Leal AF, Souza BB, Silva AS (2012) Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16:443–448.
- Medeiros LFD, Vieira DH, Oliveira CA, Scherer PO (2001) Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. Revista Brasileira de Medicina Veterinária 23:5.
- Medeiros LFD, Vieira DH, Scherer PO, Oliveira CA, Almeida JCC (2002) Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos. Revista Brasileira de Ciência Veterinária 9:32–35.
- Medeiros LFD, Vieira DH, Oliveira CA, Mello MRB, Lopes PRB, Scherer PO, Ferreira MCM (2008) Reações fisiológicas de caprinos das raças anglo-nubiana e saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. Boletim Indústria Animal, N. Odessa, 65:07–14.
- Medeiros LFD, Vieira DH, Passos NC, Patrício PMP, Souza DC, Costa ECX, Yogui EK, Fonseca MV (2012) Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região metropolitana no estado do rio de janeiro. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 34:35–46.
- Montanholi YR, Odongo NE, Swanson KC, Schenkel FS, McBride BW, Miller SP (2008) Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). Journal of Thermal Biology 33:468–475.
- Neiva JNM, Teixeira M, Turco SHN, Oliveira SMP, Moura AAAN, (2004) Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 33:668–678.
- Nóbrega GH, Silva EMN, Souza BB, Mangueira JM, (2011) A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 6:67–73.
- Nutrient Requirements Of Small Ruminants – NRC (2007) Sheep, goats, cervids and new words camelids. National Academy Press. Washington, DC, 362p.
- Resende KT, Teixeira IAMA, Biagioli B, Lima LD, Boaventura Neto O, Pereira Junior JD, (2010) Progresso científico em pequenos ruminantes na primeira década do século XXI. Revista Brasileira de Zootecnia 39:369–375.
- Rocha RRC, Costa APR, Azevedo DMMR, Nascimento HTS, Cardoso FS, Muratori MCS, Lopes JB, (2009) Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 61:1165–1172.
- Santos FCB, Souza BB, Alfaro CEP, César MF, Pimenta Filho EC, Acosta AAA, Santos JRS, (2005) Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima Semi-Árido do Nordeste brasileiro. Ciência e Agrotecnologia 29:142–149.
- Santos JRS, Souza BB, Souza WH, Cezar MF, Tavares GP, (2006) Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova, e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. Ciência e Agrotecnologia 30:995–1001.
- Schmidt-nielsen, K. (1996). Fisiologia animal: Adaptação e Meio Ambiente. 5a ed. Livraria Editora Santos. Cambridge University Press. 600p. il.
- Silva RG, Newton LSJ, Pocay PLB, (2001) Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia 30:1939–1947.

- Silva RG, Starling JMC, (2003) Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1956–1961.
- Silva EMN, Souza BB, Sousa OB, Silva GAS, Freitas MMS, (2010) Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga* 23:142–148.
- Silva CMBA, Souza BB, Brandão PA, Marinho PVT, Benício TMA, (2011) Efeito das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços f1 saanen x boer. *Revista Caatinga* 24:195–199.
- Souza ED, Souza BB, Souza WH, (2005) Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-Árido. *Ciência e Agrotecnologia* 29:177–184.
- Souza BB, Souza ED, Cezar MF, Souza WH, Santos JRS, Benício TMA, (2008) Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia* 32:275–280.
- Souza BB, Lopes JJ, Roberto JVB, Silva AMA, Silva EMN, Silva GA, (2010) Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços ½ saanen + ½ boer no semiárido paraibano, *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 6:47–51.
- Souza BB, Assis DYC, Silva Neto FL, Roberto JVB, Marques BAA, (2011) Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável* 6:77–82.