



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO**

**EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO E USO DA
TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM CAPRINOS
SAANEN E SEUS MESTIÇOS COM O BOER NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

JOÃO VINÍCIUS BARBOSA ROBERTO

PATOS -PB

2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMIÁRIDO**

**EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO E USO DA
TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM CAPRINOS
SAANEN E SEUS MESTIÇOS COM O BOER NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, Área de Concentração em Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido.

João Vinícius Barbosa Roberto

ORIENTADOR: Prof. Dr. BONIFÁCIO BENÍCIO DE SOUZA

**Patos-PB
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados de Acordo com AACR2, CDU E CUTTER
Biblioteca Setorial - CSTR/UFCG – Campos de Patos-PB

R639e
2012

Roberto, João Vinícius Barbosa

Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos saanen e seus mestiços com bôer no semiárido brasileiro / João Vinícius Barbosa Roberto. - Patos - PB: UFCG/PPGZ, 2012.

90p.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Bonifácio Benício de Souza.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Conforto térmico – 2 – Respostas fisiológicas 3 –
Termograma. I - Título.

CDU: 551.586



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos saanen e seus mestiços com o boer no semiárido brasileiro”

AUTORA: JOÃO VINÍCIUS BARBOSA ROBERTO

ORIENTADOR: Prof. Dr. BONIFÁCIO BENÍCIO DE SOUZA

JULGAMENTO

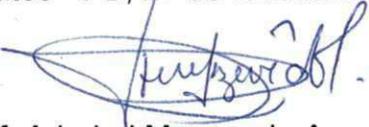
CONCEITO: APROVADO


Prof. Bonifácio Benício de Souza
Presidente


Prof. Dermeval Araújo Furtado
1º Examinador


Prof. José Moraes Pereira Filho
2º Examinador

Patos - PB, 27 de fevereiro de 2012


Prof. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva
Coordenador

DEDICATÓRIA:

*Ao meu senhor **Deus**, por me oferecer o sagrado dom da vida, por ser meu guia, por responder minhas perguntas ansiosas, por realizar meus sonhos e desejos e por ter me dado a saúde necessária para que pudesse chegar até aqui. **Obrigado Senhor!***

*Aos meus pais **João Batista Roberto e Francisca Barbosa Roberto**, e a minhas irmãs **Analu Barbosa Roberto e Sabrina Barbosa Roberto**.*

Muitas vezes somos assim, agimos assim... Dúbios, incertos, indecisos... Nesse desejo de ser e não ser, de ir e não ir, na vontade de ser livre, sem às vezes ter a certeza de que liberdade é essa. Mas para mim, isso já é ser livre, isso é a nossa liberdade de pensamento... Liberdade essa que nos faz transitar entre a certeza e a dúvida, entre o sim e o não, entre o ser e o não ser, entre o querer e o não querer... Realmente, geralmente temos medo do que não sabemos, mas exatamente por isso devemos ter também a sede de saber, viver esse saber e ter sede da vida!

“O sertanista experimentado conhece os segredos de sua terra. É capaz de mil pequenos artifícios para aumentar seu conforto.”

(Lord Baden-Powell of Gilwell)

AGRADECIMENTOS

Ao **meu Senhor Deus** por ter me iluminado e me guiado, por ter me concedido a graça de chegar até aqui.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia** - Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos-PB, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao **CNPq**, pela bolsa concedida durante a realização do mestrado.

Ao orientador, amigo, mestre e exemplo de bom homem **Prof. Bonifácio Benício de Souza**, pela confiança depositada em mim, por todo o apoio em vários aspectos, pelas sábias palavras ditas que serviram de incentivo fundamental à conclusão desse trabalho, pelos sábios ensinamentos que me passou, e por toda a paciência. Obrigado Professor!

Ao Professor **Aderbal Marcos de Azevêdo Silva**, pelos ensinamentos fundamentais transmitidos ao longo do curso.

A todos os professores do **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia** da UFCG-Patos-PB, pelos conhecimentos passados.

Aos professores convidados a participar da **banca examinadora**, por terem aceitado o convite e pela valiosa contribuição ao trabalho.

Ao **Secretário da Pós-Graduação de Zootecnia** Arí Cruz, pela amizade, pelo apoio, pela ajuda em vários aspectos relacionados ao mestrado.

À **Rayssa Carneiro**, que durante muito tempo dessa jornada longa que foi esse mestrado, foi uma ótima companheira, dividindo comigo momentos de tristeza e de felicidade, me incentivando sempre, me ajudando das mais diversas maneiras, me dando carinho e muitos momentos de felicidade. Obrigado Rayssa!

À **Aparecida**, pela ajuda com os afazeres domésticos, pela disponibilidade, pela paciência de ter me agüentado durante os 5 anos de graduação e mais esse 2 anos do mestrado.

A **toda minha família, em especial ao meu Tio Jurandir Barbosa**, por todo apoio, por sempre ter sido presente, apesar da distância, em todos os momentos.

Aos **amigos e companheiros de luta**: Bênnio Alexandre, Ismael Nóbrega, Ranieri, Júlio, Tiago Gomes, Luciano, pela amizade, por toda a ajuda, pelos momentos de descontração, que me ajudaram a enfrentar os obstáculos e não desistir, por tudo. Sem vocês eu não teria conseguido, obrigado amigos!

A todos os integrantes do **NUBS (Núcleo de Pesquisas Bioclimatológicas do Semiárido)**, pela amizade, por toda ajuda, pelas informações valiosas trocadas ao longo do curso, pelos vários momentos.

Aos **amigos Eduardo Beltrão e Luiz Trevisan**, da minha turma de mestrado, pela amizade, e apoio, pelos ensinamentos, pelos momentos de descontração, por tudo. Obrigado!

À querida amiga **Elaine Dantas**, pela amizade, pela ajuda na realização dos exames laboratoriais.

Às amigas **Maiza Cordão, Gabriela Marinho e Giovana Henriques**, pela amizade e ajuda com diversas dúvidas a respeito de vários assuntos relacionados ao mestrado, e também pelos bons momentos que tivemos juntos.

Ao amigo **“Nenen” e “Seu Bandejinha”** funcionários do NUPEARIDO, pela amizade, pelas boas conversas, pela valiosa ajuda na execução do trabalho a campo, por tudo.

A todos os **funcionários do NUPEARIDO**, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste projeto.

Ao grande **“Seu Biu”**, por toda ajuda.

Ao amigo, conterrâneo e colega de mestrado **Paulo**, pelos conselhos, pela amizade e pelas boas conversas.

Aos amigos **Elisângela Nunes e Gustavo Silva**, pelo apoio nas pesquisas, pela amizade, por todo o apoio e incentivo.

Aos amigos **Chico Nogueira e Albério Lopes**, pela amizade, pelas dicas e informações valiosas, pelos momentos de boas conversas.

A todos os **funcionários da UFCG- Campus de Patos**, que também contribuíram direta ou indiretamente com a execução e conclusão de todos os trabalhos realizados durante esse mestrado.

Por fim, a **todos** que me ajudaram, de forma direta ou indireta, a conseguir realizar mais esse sonho, e àqueles que aqui não foram citados, mas que não foram menos importantes na minha caminhada até aqui.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS	Ii
RESUMO	Iii
ABSTRACT	Iv
CAPÍTULO I- Revisão de Literatura- Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos Saanen e seus mestiços com o Bôer no semiárido paraibano.	
1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 A Caprinocultura no Brasil e no Semiárido	15
2.2 Características das Raças Estudadas	17
2.2.1 A Raça Saanen	17
2.2.2 A Raça Bôer	18
2.2.3. Mestiços Saanen x Bôer	18
2.3 Elementos Climáticos	20
2.3.1 Temperatura Ambiente (TA)	20
2.3.2 Umidade Relativa do Ar (UR)	22
2.3.3 Temperatura do Globo Negro (TGN) e o Índice de Temperatura Globo Negro e Umidade (ITGU)	23
2.4- Instalações e Conforto Animal	24
2.5- Respostas Fisiológicas	26
2.5.1 Frequência Respiratória (FR)	26
2.5.2 Temperatura Retal (TR)	27
2.5.3 Temperatura Superficial (TS)	28
2.6 Utilização da Termografia de Infravermelho na Produção Animal	29
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO II: Variação dos elementos climáticos e respostas termorreguladoras de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano.	
RESUMO	44
ABSTRACT	45
1 INTRODUÇÃO	46

2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Local	47
2.2 Animais e Instalações	47
2.3 Manejo Alimentar	48
2.4 Parâmetros Ambientais	50
2.5 Respostas Fisiológicas	51
2.6 Delineamento Experimental	52
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÃO	62
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
CAPÍTULO III: Utilização da termografia de infravermelho na avaliação das respostas fisiológicas e gradientes térmicos de cabras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano	
RESUMO	67
ABSTRACT	68
1 INTRODUÇÃO	69
2 MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1 Local	70
2.2 Animais e Instalações	71
2.3 Delineamento Experimental	72
2.4 Manejo Alimentar	72
2.5 Parâmetros Ambientais	74
2.6 Parâmetros Fisiológicos	74
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4. CONCLUSÃO	84
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1:** Composição bromatológica dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais 49
- Tabela 2:** Composição química dos minerais componentes do suplemento mineral ofertado aos animais. 50
- Tabela 3:** Médias das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade nos diferentes horários pesquisados 52
- Tabela 4:** Médias da temperatura retal (°C) de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer, nos diferentes horários pesquisados 55
- Tabela 5:** Médias da Frequência respiratória (mov/min) para os dois grupos genéticos: puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer e para os diferentes horários pesquisados. 57
- Tabela 6:** Médias da Temperatura Superficial (°C) para os dois grupos genéticos: puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer e para os diferentes horários pesquisados. 60

CAPÍTULO III

- Tabela 1:** Composição bromatológica dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais 72
- Tabela 2:** Composição química dos minerais componentes do suplemento mineral ofertado aos animais 73
- 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. 76
- Tabela 4:** Médias dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS) e dos gradientes térmicos entre temperatura retal e temperatura superficial (TRTS) e temperatura superficial e temperatura ambiente (TSTA). 78

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1: Baías experimentais	48
Figura 2: Datalogger instalado no aprisco com cabo externo acoplado ao globo negro.	51
Figura 3: Médias das variáveis ambientais nos diferentes horários pesquisados	53
Figura 4: Médias de Temperatura retal nos diferentes horários	56
Figura 5: Frequência respiratória dos diferentes grupos genéticos	58
Figura 6: Frequência respiratória dos animais em função dos diferentes horários pesquisados.	59
Figura 7: Temperatura superficial dos animais em função dos diferentes horários do dia.	61

CAPÍTULO III

Figura 1: Baías Experimentais	71
Figura 2: Câmera Termográfica modelo Fluke Ti 25	75
Figura 3: Imagem termográfica de um animal; marcadores mostrando onde foi selecionada as TS (tronco e pescoço).	75
Figura 4: Imagem de luz visível	75
Figura 5: Gradiente térmico entre a temperatura retal e a temperatura superficial (TR-TS) e a frequência respiratória (FR), nos turnos manhã e tarde.	83
Figura 6: Gradiente térmico entre a temperatura superficial e a temperatura ambiente (TS-TA) e a frequência respiratória (FR), nos turnos manhã e tarde.	84

CAPÍTULO 1

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos saanen e seus mestiços com o boer no semiárido brasileiro.**

. Patos- PB: UFCG, 2012. 87f. (Dissertação- Mestrado em Zootecnia- Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido).

RESUMO

Este estudo foi realizado com objetivo de avaliar o efeito do ambiente, com auxílio da termografia de infravermelho, sobre as respostas termorreguladoras e gradientes térmicos de caprinos puros saanen e mestiços $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano. Os experimentos foram realizados no núcleo de pesquisa para o desenvolvimento do semiárido (NUPEÁRIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) Campus de Patos-PB. Foram utilizadas 18 fêmeas jovens, sendo 9 saanen e 9 mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, criadas em sistema intensivo, recebendo água *ad libitum* e feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon*), com concentrado. No primeiro experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x12 (dois grupos genéticos e doze horários diferentes) e avaliaram-se os parâmetros ambientais e fisiológicos nos diferentes horários: das 6 às 16 horas. Nos parâmetros ambientais observa-se que o ITGU atingiu seu valor máximo (84,16) às 13 horas. O menor valor de ITGU foi observado às 6h. A partir das 10 h as temperaturas ambientes ultrapassaram a ZCT para caprinos. Para a TR houve diferença estatística entre os grupos genéticos nos horários das 7, 10 e 16 horas, e as maiores médias encontradas nos mestiços e nos horários das 13, 14, 15 e 17 horas. Para a FR, o grupo das puras saanen e o horário das 14h apresentaram as maiores médias. Na TS não houve efeito dos grupos genéticos e as maiores médias foram encontradas às 14 horas. A variação da temperatura ambiente influencia diretamente as respostas fisiológicas dos animais. O grupo saanen é menos tolerante ao clima semiárido do que os mestiços, porém mantiveram a homeotermia com aumento da FR. A criação de Saanen e seus mestiços requerem cuidados com relação ao manejo e instalações. No segundo experimento foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x2 (dois grupos genéticos e dois turnos), com 18 repetições. O registro dos dados ambientais e fisiológicos foram realizados às 08:00 e 15:00 horas. A temperatura superficial de cada animal foi obtida através uma câmera termográfica de infravermelho. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 3.1, através do qual foram obtidas temperaturas médias das regiões em estudo (tronco e pescoço), considerando-se a emissividade de 0,98. Houve efeito de turno ($P < 0,05$) para a temperatura retal, temperatura superficial e para os gradientes térmicos sendo observadas no turno da tarde as maiores médias para temperatura retal e para temperatura superficial e no turno da manhã, para os gradientes. Não foi observado efeito de raça para nenhum dos parâmetros estudados, exceto para a frequência respiratória. A raça saanen se mostrou menos tolerante às condições climáticas do semiárido do que os mestiços $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, refletindo a necessidade de mais pesquisas com relação ao manejo e instalações para esses animais. A termografia de infravermelho é uma técnica não invasiva perfeitamente utilizável e eficiente para se fazer o mapeamento térmico dos animais e instalações zootécnicas.

Palavras-chave: conforto térmico, respostas fisiológicas, termograma.

CHAPTER I

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Effect of thermal environment and use of infrared thermography in saanen goats and their crossbreeds with the boer in the semiarid Brazilian.** Patos -PB: UFCG, 2012. 87f (M.Sc. Dissertation- Animal Sciences- Agrossilvipastoral Systems in the semiarid).

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of environment, with the aid of infrared thermography on thermoregulatory responses and thermal gradients of goats saanen pure and crossbred $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ saanen in the semiarid region of Paraíba. The experiments were performed in the Research Center for the development of semi-arid (NUPEÁRIDO), of the Center for Rural Health and Technology (CSTR), Federal University of Campina Grande (UFCG) Campus of Patos-PB. Were used 18 young females, 9 saanen and 9 crossbred $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, reared in intensive system and receiving water ad libitum and grass hay Tifton (*Cynodon dactylon*), with concentrate. In the first experiment it was used a completely randomized design in factorial 2x12 (two genetic groups and twelve different times) and were evaluated environmental and physiological parameters at different times: from 6 to 17 hours. In the environmental parameters it was observed that the IBGTH reached its maximum value (84.16) to 13 hours. The lowest value of IBGTH was observed at 6h. From 10 h ambient temperatures exceeded the ZCT for goats. For the TR there was statistical difference between genetic groups in times of 7, 10 and 16 hours, and the highest average found in the crossbred and times of 13,14,15 and 17 hours. For FR, the group of pure saanen and times of 14h showed the highest means. In the TS there was no effect of genetic groups and the highest means was found at 14 hours. The variation of ambient temperature influences directly the physiological responses of animals. The group saanen is less tolerant to semiarid climates than the crossbred, but maintained homeothermy with increased FR. The creation of Saanen and their crossbreeds require care for management and facilities. The second experiment utilized a completely randomized design in factorial 2x2 (two genotypes and two shifts), with 18 repetitions. The record of environmental and physiological data were performed at 08:00 and 15:00 hours. The surface temperature of each animal was obtained through a thermographic camera infrared. Subsequently the thermograms were analyzed by the Smartview software version 3.1, through which were obtained mean temperatures the regions under study (trunk and neck), considering the emissivity of 0.98. There was significant effect ($P < 0.05$) for rectal temperature, surface temperature and thermal gradients were observed in the afternoon shift the highest averages for rectal temperature and surface temperature and in the morning, for the gradients. There was no effect of race for any of the parameters studied, except for the respiratory rate. The race saanen was less tolerant of semiarid climatic conditions than crossbred $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ saanen, reflecting the need for more research related to the management and installations for these animals. The infrared thermography is a noninvasive technique perfectly usable and efficient to make the thermal mapping of animal and zootechnical installations.

Keywords: thermal comfort, physiological responses, thermogram.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Desde os tempos coloniais, o Nordeste vem sendo o grande difusor da caprinovinocultura no Brasil. Entretanto, só a partir da década de 70 é que a atividade recebeu maior incentivo, estabelecendo assim, opção econômica para os pequenos e médios proprietários das outras regiões com sul e sudeste, além da classe rural nordestina.

As criações especializadas em caprinos no Brasil são predominante na região Nordeste e vem aumentando consideravelmente, principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. De acordo com dados do IBGE/ Produção da Pecuária Municipal 2007 (2008), o efetivo de caprinos no Brasil é de 9.450.312 milhões de animais, tendo a Paraíba um total de 636.457 animais. Para Resende et al. (2010) do efetivo nacional de caprinos, 1,9% encontra-se na Região Norte, 91% no Nordeste, 2,4% no Sudeste, 3,4% no Sul e 1,2% no Centro-Oeste.

A rápida difusão da espécie caprina só foi possível graças à grande facilidade de adaptação aos diferentes ambientes. O caprino é um dos poucos animais capazes de sobreviver e produzir em condições adversas, como as observadas em regiões de clima extremamente quente ou frio, e com poucos recursos naturais. Daí tornou-se ao mesmo tempo uma atividade bastante agradável, rentável e com alto valor social, contribuindo com carne e leite na alimentação familiar, além de couro de boa qualidade.

Na caprinocultura leiteira, os produtores optam pelo sacrifício ou venda dos cabritos logo após o nascimento, para minimizar custos, concentrando esforços na produção de leite. Por outro lado, a espécie caprina, quando bem manejada, pode manter índice de um parto a cada oito meses e prolificidade de 1,5 a 1,8 cria por parto (RESENDE, 2002), significando o sacrifício de muitos animais.

Diante desse quadro, alguns produtores de leite admitem a possibilidade de criação dos machos e do excedente de fêmeas para obtenção de animais com peso médio de 25 kg para comercialização de carcaças leves (10 a 12 kg) (PEREIRA FILHO et al., 2005).

Os animais de origem leiteira podem ser terminados para o abate, todavia, tendem a apresentar carcaças com características inadequadas ao mercado consumidor.

Portanto, estudos de cruzamentos de cabras leiteiras com animais especializados na produção de carne seriam convenientes para aumentar e melhorar a produção de carne dos cabritos.

A raça Boer tem sido pesquisada (RIBEIRO, 1998) como uma das raças caprinas especializadas para corte, apresentando rendimento e características de carcaça superiores às

outras raças caprinas, sendo indicada para cruzamentos visando à obtenção de cabritos com melhor desempenho para o corte.

A utilização do caprino Boer, em criações comerciais, se deve principalmente às excelentes características de sua carne, que apresenta baixo teor de gordura e boa palatabilidade e aos índices de produtividade demonstrados, tais como boa conversão alimentar, precocidade e quantidade de carne na carcaça (SILVA, 2008).

O Boer produz a mais alta percentagem de rendimento de carcaça entre todas as pequenas criações. Um peso de 38 - 43 kg de massa viva ao redor de 25 kg de carcaça é considerado o melhor peso de comercialização para caprinos jovens, geralmente entre cinco e 9 meses, quando apresentam carne saborosa, macia e atrativa (ACCOMIG, 2012).

Luo et al. (2000), nos EUA, cruzaram machos Boer com fêmeas Spanish e Angorá e verificaram um aumento na eficiência alimentar e ganho de peso nos cabritos cruzados.

Dessa forma, a utilização de reprodutores de raças especializadas para corte, como a Boer, que imprimam nas crias altas taxas de ganho de peso na fase inicial de desenvolvimento (até ao redor de 120 dias), maior precocidade no acabamento e melhor conformação de carcaça, em cruzamentos com parte das matrizes leiteiras, pode ser uma alternativa válida para a obtenção de melhores cabritos, com relação às características de corte.

O ambiente térmico, principalmente em condições de campo, é bastante complexo, limitando sensivelmente a determinação da termorregulação, uma vez que a radiação, a velocidade do vento, a umidade e a temperatura do ar modificam-se no tempo e no espaço. Essas variáveis interagem entre si de modo que alteração de uma única variável ambiental pode alterar consideravelmente todos os fatores envolvidos no equilíbrio térmico dos animais (SILVA, 2000; ROBERTO e SOUZA, 2011).

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos na região semiárida do Nordeste brasileiro envolvendo raças exóticas e seus mestiços e tem auxiliado no diagnóstico de animais mais adaptados a realidade local, tendo-se como base alterações nos parâmetros fisiológicos: frequência respiratória e temperatura retal, que são os mais afetados durante o decorrer do dia (SOUZA et al., 2005).

Nos últimos anos novas tecnologias, como o uso de dataloggers, softwares especiais, termografia de infravermelho, dentre outras, têm sido empregadas na chamada zootecnia de precisão, servindo como alternativas para precisar o impacto dos fatores ambientais na produção animal, dando suporte à decisão e promovendo o bem-estar animal (SILVA et al., 2005; ROBERTO et al., 2011; SOUSA et al., 2011c).

Na produção animal a termografia tem sido empregada como ferramenta na avaliação e detecção de desordens metabólicas (CLARK e CENA, 1977; HURNIK et al., 1984), doenças e infecções (BERRY et al., 2003; SCHAEFER et al., 2007; POLAT et al., 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (KASTELIC et al., 1996; STEWART et al., 2005; KNÍZKOVÁ et al., 2002; KOTRBA et al., 2007).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do ambiente, com auxílio da termografia de infravermelho, sobre as respostas termorreguladoras e gradientes térmicos de caprinos puros saanen e mestiços $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, criados em confinamento no semiárido paraibano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A caprinocultura no Brasil e no Semiárido

Os pequenos ruminantes, com ênfase para os caprinos, têm se destacado cada vez mais no cenário agropecuário do Nordeste, devido principalmente ao fato de possuírem atributos como a rusticidade e a grande capacidade de adaptação, assumindo um papel fundamental dentro dos sistemas de produção animal na região do semiárido. Dentre estas características podem ser destacadas: sua capacidade de aproveitar a vegetação nativa, habilidade para caminhar longas distâncias, curto intervalo entre partos, alta prolificidade, carcaças pequenas que podem ser vendidas ou consumidas em um curto período de tempo (fator importante em regiões onde não existe refrigerador para conservar os alimentos) sendo um rebanho de fácil manejo, que pode ser realizado por pessoas jovens ou idosas da família, e ainda uma espécie que possuem uma grande capacidade de aproveitamento de águas salinas, fato também importante na sobrevivência em zonas semiáridas (LEBBIE, 2004).

Muitos autores têm verificado que a criação de pequenos ruminantes apresenta um potencial significativo e é uma alternativa viável que contribui substancialmente para o desenvolvimento de áreas que apresentam deficiências de recursos naturais nas mais diversas regiões do mundo (IÑIGUEZ, 2004; AHUYA et al., 2005; PEACOCK, 2005; PAPACHRISTOFOROU e MARKOU, 2006). Dessa forma, diante das mais variadas características biológicas de adaptabilidade dos caprinos, há uma enorme possibilidade de exploração de uma diversidade de produtos que são valorizados no mundo inteiro, como: carne, leite, esterco, pele, pêlo dentre outros, e estes produtos podem contribuir direta ou

indiretamente para a geração de renda e para a segurança alimentar de uma família, comunidade ou região.

De acordo com Brasil et al. (2000), um dos principais produtos explorados desta criação é o leite de cabra, que por conceito, é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados.

A importância da produção do leite caprino vem crescendo consideravelmente e está relacionada às suas características nutricionais e também pela sua excelente digestibilidade, além do fato deste produto ser muito usado na alimentação de lactentes e crianças com intolerância ao leite bovino (PRATA et al., 1998).

O Brasil possui, de acordo com dados da FAO (2008), um rebanho caprino com cerca de 10,05 milhões de cabeças e produz anualmente 135 milhões de litros de leite, sendo o maior produtor do continente americano.

A região Nordeste se destaca como a grande produtora de caprinos do país, sendo detentora de um rebanho de 8.633.722 milhões de cabeças, compreendendo 91,4% do rebanho nacional e seguida da região Sul: 279.924 mil e Sudeste: 253.294 mil cabeças. (IBGE, 2008).

A caprinocultura leiteira brasileira apesar do rebanho numericamente representativo, ainda possui índices reduzidos de desempenho, principalmente quando comparada à de países europeus, como França e Espanha, que produzem anualmente 525 e 350 mil toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2011).

No Brasil o estado da Paraíba, apesar de não possuir o maior número de animais, desponta como o maior produtor de leite de cabra, com um rebanho caprino leiteiro na ordem de 458.911 mil cabeças criadas em 21.839 mil propriedades e produção anual aproximada em 6.570.000 milhões de litros de leite (IBGE, 2006; SEBRAE, 2007). Nas microrregiões do cariri e médio sertão, deste estado, municípios como Prata e Passagem que possuem respectivamente 4.681 e 3.033 mil cabeças de caprinos, distribuídos em sua maioria em pequenas propriedades, totalizando 115 em Prata e 24 em Passagem, apresentam produção anual de 232.000 e 90.000 mil litros de leite, respectivamente (IBGE, 2006).

A caprinocultura leiteira vem ganhando importância no cenário agropecuário nacional, tanto do ponto de vista social como econômico, sendo uma importante alternativa para o desenvolvimento da pecuária na região semiárida do Nordeste.

Para Martins et al. (2006), a indução da demanda de leite de cabra através de compras governamentais, com o objetivo de inseri-la no cardápio da merenda escolar, poderá

transformar a produção de leite de cabra em uma viável alternativa na geração de emprego e renda para a população, especialmente aqueles que vivem na região Nordeste.

2.2 Características das raças estudadas

2.2.1 A raça Saanen

A raça Saanen é originária da Suíça, do Vale de Saanen, no sul do Cantão de Berna, região onde as temperaturas médias anuais nunca passam dos 9,5°C. Esta raça é indiscutivelmente a mais difundida por todo o mundo como a melhor na produção leiteira, tendo uma média de 3,0 kg de leite por dia, com período de lactação de 8 a 10 meses e elevado teor de gordura, 3,0 a 3,5%.

No Brasil, a média de produção diária de leite tem variado de 2,5 kg a 4,9 kg para uma lactação com duração de 260 a 305 dias. É comum no Brasil, cabras mestiças de Saanen alcançarem produtividade de leite semelhante às cabras puras (SOUSA E SANTOS, 1999).

A Saanen foi a primeira raça especializada em leite, introduzida em vários países como a Alemanha, França, Bélgica, Austrália, Estados Unidos e outros.

No Brasil, a introdução da raça Saanen se deu, assim como nos outros países, através do cruzamento com caprinos nativos. Segundo a CAPRITEC (2011), a importação desses animais para o Brasil foi muito importante para a formação do rebanho do país, sendo tido como de excelente qualidade, de forma que o Brasil já tem feito algumas exportações para países fronteiriços com Argentina e Uruguai.

As principais características dessa raça são: pelos curtos, pelagem uniformemente branca sendo tolerada a creme, testa larga, orelhas eretas, olhos grandes e claros, com chifres na sua grande maioria. Peito largo e profundo, tórax arqueado demonstrando grande capacidade respiratória e caixa torácica profunda e volumosa, traduzindo também uma boa capacidade alimentícia. A altura da cernelha vai de 0,90 a 1,10m nos machos e de 0,70 a 0,85m nas fêmeas e seu peso médio varia entre 75 e 90Kg nos machos e entre 50 e 65Kg nas fêmeas(SOUSA E SANTOS, 1999).

2.2.2 A raça Boer

A raça Boer é originária da África do Sul, resultado do cruzamento de várias raças, principalmente Indiana e Angorá, criada especificamente para produção de carne (ANDRIGUETTO et al., 2002). Sua importância econômica se verifica, principalmente, pela

sua alta produção de carne de excelente qualidade e com baixo teor de gordura. São animais precoces, robustos, pesados, rústicos e de excelente conversão alimentar, além de se adaptarem a várias condições de clima. Perfeitamente adaptados ao clima da região semiárida, se destacam como melhoradores de plantéis comuns, aumentando, consideravelmente, a produção de carne desses cruzamentos (SEBRAE, 2011).

O padrão racial predominante é o de cor branca com a cabeça vermelha ou escura. São animais fortes, que apresentam estacionalidade reprodutiva. Possuem uma caixa torácica ampla, orelhas pendulosas e chifres para trás. Essa raça constitui uma das principais linhagens que os criadores têm selecionado para o corte.

De acordo com Silva (2008), A utilização do caprino Bôer, em criações comerciais, se deve principalmente às excelentes características de sua carne, que apresenta baixo teor de gordura e boa palatabilidade e aos índices de produtividade demonstrados, tais como boa conversão alimentar, precocidade e quantidade de carne na carcaça.

Sob condições favoráveis, os caprinos Boer podem apresentar um ganho de peso diário equivalente a mais de 200 g/dia. Cabritos provenientes de partos simples, quando submetidos a um plano nutricional adequado, podem atingir até 39,0 kg de peso vivo aos 168 dias de idade e 65,0 kg aos 310 dias, com rendimento de carcaça de 51% e 56%, respectivamente. As fêmeas da raça podem atingir a puberdade aos sete meses de idade e alguns estudos mostram que os cabritos Boer podem acasalar com sucesso aos 180 dias de idade (ASCCOPER, 2011).

2.2.3. Mestiços Saanen x Boer

Nos sistemas de produção de leite caprino, as cabras são os animais de maior enfoque, logicamente, porém os cabritos jovens, principalmente quando estes são produtos mestiços de alguma raça como a Boer, podem ser destinados ao abate, e assim propiciar uma renda adicional ao produtor.

As raças caprinas especializadas em leite, principalmente a Saanen, são oriundas da Europa e sendo o Brasil um país tropical, esses animais passam a enfrentar uma situação para a qual não se acham geneticamente preparados e os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nas reações fisiológicas (MEDEIROS et al., 2008). Essas raças exóticas sofreram ao longo do tempo, modificações adaptativas que lhes fizeram ganhar características de rusticidade e resistência às condições climáticas dos trópicos, porém com perdas na sua produtividade, não conseguindo assim exteriorizar todo seu potencial produtivo, apresentando um desempenho abaixo do esperado (FURTADO, 2007).

Estas raças podem, por exemplo, devido ao estresse térmico, sofrer alterações no processo de lactação, o que irá diminuir a quantidade de água no organismo com conseqüente diminuição na síntese e ejeção do leite. Desta forma diminui o volume do leite e, adicionalmente às situações estressantes que podem ocorrer antes ou durante a ordenha, podem provocar desconforto do animal, inibindo a liberação de leite (KOLB, 1971; FURTADO, 2007).

Para isso, se faz necessário a identificação de genótipos portadores de atributos que possam garantir um aumento na produtividade e ao mesmo tempo estejam adaptados às condições ambientais (NOGUEIRA FILHO, 2003).

Uma alternativa para diminuir a suscetibilidade dessas raças européias ao clima tropical tem sido o cruzamento com animais mais adaptados a regiões quentes como o Bôer. No entanto, o conhecimento prévio do desempenho produtivo de raças exóticas introduzidas no país, utilizadas em programas de cruzamento, como a Saanen de origem européia e aptidão leiteira e a Boer de origem Sul Africana e aptidão para carne, torna-se indispensável para a exploração de seus mestiços (PEREIRA, 1996).

A utilização de cruzamentos de reprodutores machos da raça Boer com fêmeas de raças leiteiras vem sendo utilizado na região Sudeste com o objetivo de obter melhores ganhos de peso e melhores características de carcaça em suas proles (PEREIRA FILHO et al., 2005). Isto é algo possivelmente adaptável para região nordeste que representa aproximadamente 66,75% de toda a produção nacional de leite caprino (IBGE, 2006).

O estudo de adaptabilidade de animais mestiços, oriundos de cruzamento entre as raças Saanen e Boer, com a introdução do Boer como reprodutores machos, é justificado pela melhoria da condição corpórea e de ganho de peso dos cabritos oriundos de rebanhos leiteiros, desta forma, se constituindo como mais uma fonte de renda para o produtor de leite caprino na região semiárida (SILVA et al., 2011a).

2.3 Elementos Climáticos

2.3.1 Temperatura Ambiente (TA)

A temperatura do ar caracteriza-se provavelmente como o fator bioclimático independente mais importante dos que influenciam sobre o ambiente físico do animal. Logo a temperatura do ambiente ou do ar que rodeia o corpo do animal é extremamente importante para seu conforto térmico, funcionamento de seus processos fisiológicos e conseqüentemente, sua produção.

O ambiente térmico, principalmente em condições de campo, é bastante complexo, limitando sensivelmente a determinação da termorregulação, uma vez que a radiação, a velocidade do vento, a umidade e a temperatura do ar modificam-se no tempo e no espaço. Essas variáveis interagem entre si de modo que alteração de uma única variável ambiental pode alterar consideravelmente todos os fatores envolvidos no equilíbrio térmico dos animais (SILVA, 2000).

Os animais reagem diferentemente a exposições freqüentes a radiação solar, à mudanças drásticas de temperatura dentre outros fatores ambientais, alterando o comportamento e a produtividade dos mesmos, além de sofrerem mudanças em vários parâmetros fisiológicos (ROBERTO et.al., 2010).

De acordo com Silva et al. (2006), quando os caprinos estão em uma zona de termoneutralidade, o mínimo de energia é requerida para manter constante a temperatura corporal. Entretanto quando esses animais são expostos a temperaturas ambientais acima ou abaixo da temperatura crítica superior e inferior, há uma necessidade de energia adicional para manter o comportamento fisiológico.

Do ponto de vista da produção, este aspecto reveste-se de importância pelo fato de que, dentro desses limites, dos nutrientes ingeridos pelos animais, grande parte destes serão utilizados para desenvolvimento das funções produtivas. Por outro lado, em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento (NÓBREGA et al., 2011).

Em regiões como o semiárido, as temperaturas ambientes quase sempre se apresentam acima da zona de termoneutralidade para caprinos, que de acordo com Baêta e Souza (1997), situa-se entre 20 e 30°C, sendo a temperatura crítica superior de 35°C. Pereira et al. (2011), avaliando o comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no Semiárido paraibano, observaram médias de temperaturas ambientes de 31°C no turno mais frio do dia, que é o da manhã.

Várias pesquisas realizadas no semiárido (BEZERRA et al., 2011; ROBERTO et al., 2010; SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2011b;) têm demonstrado que em relação ao turno

manhã ou tarde, a temperatura ambiente no turno da tarde impõe aos animais ali criados, uma situação de estresse, já que nesse turno, as temperaturas elevadas diminuem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente, dificultando a dissipação de calor dos animais para o meio.

Estudando o impacto das mudanças climáticas sobre a produção leiteira nos estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, Silva et al., (2010b) afirmaram que caso as projeções de mudanças climáticas sejam confirmadas até o final deste século, devido ao aumento das temperaturas ambientes e suas conseqüências, o estresse térmico nos estados estudados será intensificado, havendo impactos negativos na atividade leiteira, principalmente no que diz respeito aos animais mais especializados.

O estresse térmico ocasionado por altas temperaturas ambientes pode influenciar direta e indiretamente a homeostase animal, causando impactos negativos em vários aspectos como comportamento, metabolismo, produção, reprodução e crescimento animal.

Corroborando esta afirmação, Brasil et al.,(2000) verificaram que os animais sob estresse térmico apresentaram redução de 5,4% na produção de leite e também uma redução nos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais.

O aumento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, do estresse calórico acarreta aumento da secreção do hormônio cortisol (STARLING et al., 2005), provocando uma série de efeitos no metabolismo do animal que alteram o seu comportamento e bem-estar (SILANIKOVE, 2000).

O estresse térmico pode provocar prejuízos em relação à ingestão e digestão de alimentos (ROBERTO e SOUZA, 2011; CRUZ et al., 2011; NÓBREGA et al., 2011) e alteração da taxa metabólica dos animais (STARLING et al., 2005), afetando negativamente o desempenho (STARLING et al., 2002; NEIVA et al., 2004) e a função reprodutiva (SILANIKOVE, 2000; MARAI et al., 2007).

2.3.2 Umidade Relativa do ar (UR)

Além das elevadas temperaturas, a umidade do ar elevada também pode comprometer a capacidade do animal em dissipar calor, principalmente quando esses dois fatores estão associados, influenciando negativamente o desempenho produtivo dos animais (PORTUGAL et al., 2000; SOUSA JÚNIOR et al., 2008; MARAI et al., 2009; SILVA et al., 2011c)

No processo evaporativo, o animal perde calor pela evaporação do suor, das secreções das vias respiratórias e da saliva. O resfriamento evaporativo é a única forma de perda de

calor disponível aos homeotérmicos quando a temperatura ambiente está maior que a temperatura corpórea, e tal processo é mais eficiente quando a umidade relativa do ar é baixa (ROBINSON, 2004).

Sabendo-se que a umidade do ar associada com altas temperaturas, está ligada diretamente com o estresse calórico, pode-se afirmar que a umidade pode também influenciar o comportamento de ingestão de água por parte dos animais, como mostra Silva et al., (2011b), ao verificar uma maior procura de água por parte dos animais no mês de junho, afirmando que esta significância pode estar associada com a maior relação entre a temperatura e a umidade neste mês.

Estudando o comportamento da termólise evaporativa cutânea e da temperatura corporal de caprinos, ovinos e bovinos durante os períodos, seco e chuvoso, e correlacionando algumas variáveis meteorológicas registradas no semiárido, Sousa Júnior et al., (2008) observaram, em ambiente onde os valores de ITGU e UR foram superiores aos limites da zona de conforto térmico para as espécies estudadas, uma correlação positiva da UR com a TR e FR, e negativa com a TS, indicando que em situações de maior umidade do ar os animais tiveram maior necessidade de aumentar a dissipação de calor pelas vias respiratórias, porém a sudorese foi reduzida.

Em ambiente de temperatura muito elevada, tanto o excesso como a carência de umidade serão prejudiciais. Se o ambiente é quente e muito seco a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação geral; no caso do ambiente ser quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal, principalmente porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada (STARLING et al., 2002).

De acordo com Baêta e Souza (1997), a umidade relativa ideal para criação de animais domésticos situa-se entre 50 e 70%.

No caso de animais criados em confinamento a umidade relativa do ambiente pode aumentar consideravelmente, pois os animais que estão aglomerados produzem vapor d'água e a taxa de passagem do ar pode não ser suficiente para eliminar o excesso do vapor d'água. Assim, com temperaturas elevadas e alta umidade nas baias de confinamento os animais irão ter seu bem-estar bastante prejudicado, afetando negativamente sua produção.

Ao trabalhar com caprinos Saanen, mestiços $\frac{1}{2}$ saanen + $\frac{1}{2}$ bôer, e cabras alpinas, objetivando obter maiores informações sobre a evaporação cutânea e sua associação às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical, Ligeiro et al.(2006) observaram uma média de UR de 69,63% e uma média de temperatura

ambiente de 28,30°C, afirmando que houve uma correlação negativa altamente significativa entre a umidade e a temperatura do ar, de modo que a queda da umidade do ar foi associada à elevação da temperatura do ar e, nessas condições, a capacidade do ar em aceitar vapor aumenta.

Conseqüentemente, há maior probabilidade de moléculas de água da superfície do animal escaparem em forma de vapor na direção da atmosfera. Assim, pode-se inferir que nos ambientes onde ocorrem baixas umidades, dentro dos limites aceitáveis, a troca de calor do animal com o meio através de mecanismos evaporativos ocorrerá normalmente, evitando-se o estresse térmico.

2.3.3 Temperatura do Globo Negro (TGN) e o Índice de Temperatura Globo Negro e Umidade (ITGU)

A temperatura do ar, radiação e umidade relativa são os elementos que mais podem interferir na produção animal. Assim, a TGN obtida através do globo negro de Vernon é uma variável importante na medição do conforto térmico de um determinado ambiente.

O globo negro ou globo de Vernon é um instrumento de cor preta-fosca, provido de termômetro para medição de sua temperatura interna e é normalmente utilizado com a finalidade de avaliar o possível estresse, causado por radiação térmica, que sofreria um animal alojado no mesmo local (LEITE, 2010).

A temperatura de globo negro é uma maneira de se indicar os efeitos combinados de radiação, convecção e sua influência no organismo vivo (BOND e KELLY, 1955).

Através da TGN pode-se calcular o ITGU, que segundo Buffington et al. (1981) é o índice mais preciso para se medir o conforto térmico dos ruminantes por englobar em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, velocidade do ar, umidade e da radiação solar direta e indireta.

Santos et al. (2005a), relataram que sob condições de clima tropical, o animal pode estar exposto a uma carga térmica radiante maior que sua produção de calor metabólico, resultando, portanto, em um alto nível de desconforto. Neste caso somente o índice de temperatura e umidade (ITU), não reflete o ambiente térmico e, portanto não seria o mais adequado para avaliação do desconforto e subseqüentes perdas na produção sob essas condições.

O ITGU, determinado por Buffington et al. (1981), é baseado nas temperatura de globo negro, da temperatura de ponto de orvalho e da temperatura ambiente. Ele é dado pela fórmula: $ITGU = t_{gn} + 0,36.t_{po} + 41,5$

Onde: t_{gn} = temperatura do globo negro (°C)

t_{po} = temperatura do ponto de orvalho (°C)

Em trabalho técnico para identificar, através de resultados obtidos em pesquisas realizadas no Brasil, os gradientes das respostas fisiológicas, temperatura retal e frequência respiratória em função do gradiente do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em ovinos e caprinos, Souza (2010) observou que há correlação positiva do ITGU com a temperatura retal e a frequência respiratória de ovinos e caprinos e que o valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos enquanto para caprinos um estresse baixo.

2.4- Instalações e conforto animal

Um dos objetivos de se fazer o confinamento de caprinos no semiárido paraibano é diminuir ou restringir ao máximo o efeito do ambiente sobre eles, já que as condições ambientais não são muito favoráveis, principalmente devido a elevada radiação solar.

As limitações para obtenção de altos índices zootécnicos, no Brasil, decorrem do fato de animais geneticamente desenvolvidos em clima mais ameno serem alojados em ambientes de clima quente, porém em instalações projetadas com base em conceitos construtivos provenientes daquele clima (NÄÄS e SILVA, 1998).

O conforto térmico de uma instalação é função basicamente do isolamento térmico e da ventilação. A radiação solar incidente e o calor gerado pelos animais constituem as principais fontes de calor nas edificações (SILVA, 1998).

O ambiente, constituído do efeito combinado de condições (temperatura, umidade do ar, vento, radiação, luz, ruído, densidade animal, dentre outros), é considerado confortável quando a criação está em equilíbrio térmico com o meio, ou melhor, o calor produzido pelo metabolismo animal é perdido normalmente para o meio ambiente, sem prejuízo apreciável da produção (BAËTA e SOUZA, 1997)

Para Sevegnani (2000), as condições de ventilação dentro de uma instalação estão entre os primeiros fatores determinantes de saúde, conforto e bem-estar, o que interfere diretamente no organismo animal, por meio de efeitos sensoriais e físicos, devido à influência na temperatura e umidade das superfícies.

Estudos (NAAS; ARCARO Jr. 2001; SILVA et al., 2002;) têm demonstrado, que ao utilizar-se de artifícios geradores de melhorias das condições ambientais das instalações (ventiladores, nebulizadores, chuveiro em sala de espera), a resposta produtiva dos animais é sempre positiva, devido ao favorecimento da criação de um microclima capaz de promover o bem-estar animal, a partir de uma determinada zona de termoneutralidade.

Animais expostos ao ar livre têm na radiação solar, o principal responsável pelo acréscimo do calor corporal interno, e que durante o dia, quase todo o calor absorvido provem da radiação solar, direta ou indireta, constituindo um dos principais causadores de estresse nos animais, e desta forma, estruturas para sombreamento visam atenuar o efeito da radiação sobre os animais, em que seu grau de importância varia com o microclima e a sua eficiência (BAETA e SOUZA, 1997).

Ainda segundo Baeta e Souza (1997), não há melhor sombra do que a natural (árvores), pois a vegetação transforma a energia solar, através do processo fotossintético, em energia química latente, reduzindo a incidência de insolação durante o dia, e que na ausência de árvores nas pastagens, a proteção aos animais contra a insolação direta pode ser feita de forma artificial, através de abrigos com material de coberturas diversos (madeira, tela sombrite, telha cerâmica, telha de cimento amianto, cobertura em metal galvanizado, dentre outros), podendo, de acordo com as suas características de isolamento térmico, absorção e refletividade da radiação solar, reduzir aproximadamente 30% da carga térmica radiante, quando comparado a carga radiante recebida pelo animal ao ar livre.

Ao avaliar o ambiente térmico com base em índices de conforto térmico, medidos em instalações para gado de leite, dotadas de diferentes recursos de condicionamento, Martello et al.(2004a) afirmaram que dentre as instalações avaliadas, tanto a instalação climatizada (ICL) como a instalação com tela (IT) apresentaram resultados satisfatórios para proporcionar conforto aos animais.

2.5- Respostas Fisiológicas

2.5.1 Frequência Respiratória (FR)

De acordo com Martello (2002), o primeiro sinal visível de um animal em estresse térmico é o aumento ou a diminuição da frequência respiratória, embora este seja o terceiro na seqüência do mecanismo de termorregulação. O primeiro, fisiologicamente citado, é a vasodilatação, seguido da sudorese. O aumento ou a diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do estresse a que os animais estão submetidos.

Para Starling et al.(2002), em um ambiente tropical, o mecanismo físico da termólise mais eficiente é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Nesse ambiente, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, tornando ineficazes as termólises por condução e convecção, sendo, portanto, a evaporação respiratória ou na superfície da pele um mecanismo essencial para regulação térmica em animais homeotérmicos (SILVA, 2000)

Conceição (2008) relata que dentre as variáveis fisiológicas estudadas, a FR é a mais interessante para ser utilizada em trabalhos com animais jovens, pelo motivo de apresentar as respostas mais imediatas às alterações do ambiente térmico.

A frequência respiratória normal dos caprinos pode variar entre 12 e 25 mov/min (DUKES, 1960; KOLB, 1971; GÜTLER et al.,1987), já o valor médio esperado para caprinos jovens é de 50 movimentos respiratórios por minuto, com variações entre 40 e 65 mov./min (SMITH, 2006).

Para Silanikove (2000), valores de FR de 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 120 mov/min caracterizam respectivamente um baixo, médio e alto estresse para ruminantes, e acima de 200 mov/min o estresse é classificado como severo.

Souza et al.(2011a), avaliando as respostas fisiológicas e o índice de tolerância ao calor de caprinos mestiços Boer no semiárido, afirmaram que o estresse provocou uma elevação significativa da frequência respiratória ($p < 0,05$) passando de 32,04 para 56,13 mov./min., o que pode ser considerado um estresse médio-alto segundo Silanikove (2000). Já ao trabalhar com mestiços F1 saanen x boer, Silva et al. (2011a) observaram médias de FR de 46,47 e 48,22 mov/min para os turnos manhã e tarde, respectivamente, e afirmaram que o grupo genético estudado demonstrou capacidade em manter a homeotermia.

2.5.2 Temperatura Retal (TR)

Os caprinos são animais homeotérmicos, e portanto, possuem a capacidade de manter sua temperatura corporal relativamente constante, dentro de certos limites. Sob condições de estresse calórico, os mecanismos fisiológicos de perda de calor são ativados para manter a homeotermia. Todavia, na dependência da intensidade do estresse calórico, podem apresentar hipertermia (MULLER, 1989; GAYÃO, 1993; MEDEIROS et al., 2002).

As cabras, como outros organismos vivos, são sistemas termodinâmicos abertos, trocando energia e matéria com o ambiente. Durante o estresse térmico, o ambiente animal

interno ajusta-se fisiologicamente em função das condições ambientais externas (NUNES et al., 2003).

A temperatura corporal é o resultado do equilíbrio entre o calor produzido e calor dissipado e o aumento na temperatura retal significa que o animal está estocando calor e se este não for dissipado, o estresse calórico se manifestará (LEGATES et al., 1991).

Segundo Baccari Júnior et al. (1996), a TR em caprinos varia de 38,5 a 40 °C e vários são os fatores capazes de causar variação nessa temperatura, entre eles: idade, sexo, período do dia, estação do ano, exercício físico, ingestão e digestão de alimentos.

Os animais que são normalmente ativos durante o dia, apresentam uma variação normal da temperatura retal que é mínima, pela manhã, e máxima no período da tarde. A temperatura central dos mamíferos e das aves apresenta flutuações diárias regulares (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Para Bianca e Kuns (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor.

Souza et al.(2011b), avaliando os efeitos do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em sistema de confinamento, no semiárido paraibano, observou que houve efeito de turno sobre a TR, sendo as médias nos turnos manhã e tarde, respectivamente, iguais a 38,87 e 39,10°C.

Várias pesquisas têm verificado a influência do período do dia sobre a TR (SANTOS et al., 2005a; MEDEIROS et al.,2007; GOMES et al.,2008; SOUZA ET al.,2010) e de acordo com Leite (2010), isso possui implicações práticas relevantes, pois indica que a noite as condições de manutenção da homeotermia são mais favoráveis para os caprinos, favorecendo os mecanismos de ingestão de alimentos nesse turno.

Medeiros et al.(2002), ao avaliar o efeito de idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos, verificaram que além dos turnos, a TR sofreu efeito da idade, observando médias de 39,61, 39,30 e 39,09°C para caprinos recém-nascidos, desmamados e adultos, respectivamente, concluindo que a média da TR declinou com a idade.

2.5.3 Temperatura Superficial (TS)

Os elementos climáticos do ambiente, principalmente a radiação solar, afetam diretamente a superfície da pele do animal, e conseqüentemente, também influenciam as trocas térmicas que através da pele acontecem.

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 (MEDEIROS et al., 2001).

A pele como maior órgão, em extensão, do corpo dos animais representa uma barreira natural entre o organismo e o meio externo, cuja principal função é a de proteção contra os agentes físicos, químicos e microbiológicos. Formada por duas camadas distintas: a epiderme, mais externa, constituída por tecido epitelial de revestimento, pavimentoso, estratificado e queratinizado e pela derme, constituída por fibras de tecido conjuntivo, colágenas, elásticas e reticulares, que nos herbívoros abrange os folículos pilosos, glândulas sudoríparas, glândulas sebáceas e o músculo eretor do pêlo (DELLMANN e BROWN, 1982), a pele tem papel fundamental na manutenção da homeotermia, através da perda de calor por meio da sudorese (SILVA et al., 2010a).

A perda de calor pela pele é dependente do gradiente de temperatura entre a pele e o ar e objetos sólidos circundantes. Assim, a TS é uma medida representativa do microambiente em torno do animal, e apresenta alta correlação com a frequência respiratória (COLLIER et al., 2006).

A TS é uma medida de fácil obtenção e pode ser realizada à distância, sem a necessidade de conter o animal. Associada à FR e TR, a TS está sendo usada como indicativo de estresse térmico (MARTELLO et al., 2004b; SANTOS et al., 2005b; PERISSINOTTO et al., 2006; CONCEIÇÃO, 2008).

Segundo Holmes (1981), animais com pelame mais espesso e denso apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Isto poderia ser mais acentuado quanto maior fosse a espessura da capa.

Na ausência de uma capa de cobertura espessa, o calor é perdido diretamente da superfície cutânea para o ambiente, o que não ocorre em superfície coberta por uma capa, na qual a troca de calor do corpo com o ambiente é determinada pelo isolamento térmico proporcionado pela capa (BERMAN, 2004).

Para Leite (2010), o animal mais adequado para ser criado a campo aberto em regiões tropicais deve apresentar um pelame de cor clara com pêlos finos, medulados e assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada. Tais características físicas do pelame favoreceriam tanto a convecção como a evaporação na superfície cutânea, ao passo que altos níveis de melanina na epiderme dariam a proteção necessária contra a radiação solar.

Neste contexto, devido o 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. 2011a). 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).

Embora a reflexão seja maior em uma capa de coloração clara, para que essa vantagem seja efetiva, a epiderme deve ser pigmentada e os pelos, densamente distribuídos sobre ela (VERÍSSIMO et al., 2009).

Ao trabalhar com caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer criados em regime intensivo no semiárido paraibano, Silva et al. (2011a) verificaram médias de TS (31,67°C e 32,08°C, para as 9 e 15 horas, respectivamente) e afirmaram que os animais atingiram um equilíbrio térmico fisiológico efetivo, possivelmente por se tratarem de animais de pelagem clara.

2.6 Utilização da Termografia de Infravermelho na Produção Animal

A radiação incidente é o fator mais significante, quando se trata de ambiência e conforto térmico animal em regiões semiáridas, nas quais ocorre freqüentemente uma alta incidência de radiação solar, o que prejudica a qualidade do ambiente interno às instalações devido à inércia térmica dos materiais de construção e a carga térmica produzida pelos animais.

Qualquer corpo ou objeto com temperatura acima do zero absoluto (zero Kelvin) produz movimento interno das moléculas e emissão de radiação infravermelha (NG, 2009).

A termografia é um método não-invasivo capaz de avaliar a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo humano ou de qualquer objeto e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano (ZIPROUDINA et. al., 2006; SÜMBERA et. al., 2007; NG, 2009).

Inicialmente, a técnica da termografia de infravermelho foi utilizada para fins militares e aplicações industriais (KUNC et al., 2007). Posteriormente, difundiu-se nas pesquisas preventivas na área humana (HOFFMAN e DIMATTIA, 1964; BARNES, 1963).

No que diz respeito aos estudos de ambiência, Barreira e Freitas (2007) afirmaram que técnicas não destrutivas para avaliação de materiais de construção, como a termografia, podem ser de grande utilidade para avaliar o comportamento dos materiais sem destruí-los.

De acordo com Knížková et. al., (2007), 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.

Outra vertente seria a grande dificuldade para a quantificação da perda de calor sensível, devido à incapacidade de se medir precisamente a distribuição da temperatura na superfície corporal dos animais e para diferenciar as contribuições das diferentes regiões da superfície do corpo para a perda de calor (YAHAV et al., 2004).

Segundo Zotti (2010), a utilização de imagens termográficas é uma ferramenta que pode ser empregada como forma de minimizar erros na aquisição da TS, por caracterizar melhor o perfil térmico dos animais.

Na produção animal tem sido empregada como ferramenta na avaliação e detecção de desordens metabólicas (CLARK e CENA, 1977; HURNIK et al.,1984), doenças e infecções (BERRY et al., 2003; SCHAEFER et al., 2007; POLAT et al., 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (KASTELIC et al., 1996; STEWART et al.,2005; KNÍZKOVÁ et al., 2002; KOTRBA 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.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCOMIG, Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos de Minas Gerais. **Caprinos Boer**. Disponível em: <http://www.caprileite.com.br/racas1.php?id_racas=7&tipo=Caprinos>. Acesso em: 11 de fevereiro 2012.

AHUYA, C.O.; Okeyo, A.M.; Mwangi-Njuru; Peacock, C., Developmental challenges and opportunities in the goat industry: The Kenyan experience. **Small Ruminant Research**,60, 197-206, 2005.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal**. v.1. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.

ASCCOPER, Associação de Criadores de Caprinos e Ovinos de Petrolina e Região. Dept. Téc. Ascoper. Disponível em: <http://www.ascoper.com.br/exibe.jsp?id=112&tipo=Racas> > Acesso em: 7 de setembro 2011.

BACCARI JÚNIOR, F.; GAYÃO, A.L.B.A.; GOTTSCHALK, A.F. Metabolic rate and some physiological and production response of lactating saanen goats during thermal stress. In: International Congress of Biometeorology. V.14, p.119,1996.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico**. Viçosa, UFV. Universidade de Viçosa. 1997. 246p.

BARREIRA, E.; FREITAS, V.P. Evaluation of building materials using infrared thermography. **Construction and Building Material**, v. 21, p. 218-224, 2007.

BARNES, R. B. Thermography of the human body: infrared radiant energy provides new concepts and instrumentation for medical diagnosis. **Science**, v.140, p 870–877, 1963.

BERMAN, A. Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements and of heat stress. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1400-1412, 2004.

BERRY, R. J.; KENNEDY, A. D.; SCOTT, S. L.; KYLE, B. L.; SCHAEFER, A. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Canadian Journal Animal Science**, v.83, p.687–693, 2003.

BEZERRA, W.M.A.X.; SOUZA, B.B.; SOUSA, W.H.; CUNHA, M.G.G.; BENÍCIO, T.M.A. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 130-136, jan.-mar., 2011.

BIANCA, W.; KUNS, P. Physiological reactions of three heeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livest-Production Science**, 5:57-9, 1978.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agriculture research. **Agriculture Engineering**, Columbia, v.36. p. 251-260, 1955.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 37 de 31/10/2000. **Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 8 nov. 2000.

BRASIL, L.H.A.; WECHESLER, F.S.; BACCARI JUNIOR, F.; GONÇALVES, H.C.; BONASSI, I.A. Efeitos do Estresse Térmico Sobre a Produção, Composição Química do Leite e Respostas Termorreguladoras de Cabras da Raça Alpina, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(6):1632-1641, 2000.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black Globe-Humidity index (BGHI) as Comfort Equation for Dairy Cows. **Transactions of the Asae**, p.711-713, 1981.

CAPRITEC- Empresa especializada em Caprinocultura. Disponível em : www.capritec.com.br acesso em: 05 setembro 2011.

CLARK, J. A.; CENA, K. The potential of infrared thermography in veterinary diagnosis. **The Veterinary Record**, v.100, p.402-404, 1977.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

COLLIER, R.J.; DAHL, G. E.; Van BAAL, J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1244-1253, 2006.

CRUZ, L.V.; ANGRIMANI, D.S.R.; RUI, B.R.; SILVA, M.A.; Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX – Número 16 – Janeiro de 2011.

DELLMANN, H. D.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. 397 p.

DUKES, H. H. **Fisiologia de los animales domésticos**. Madrid: Aguilar. 962p., 1960.
FAO (2008) – **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO (2008) – FAOSTAT** – FAT- Statistics division/ Prod STAT: Livestock (animals and primary). Disponível em: [HTTP://faostat.fao.org/site/497/](http://faostat.fao.org/site/497/) defaritt. Asp. Acesso em 12/08/2011.

FAOSTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp> Acesso em: 02 de setembro 2011.

FURTADO, G.D. **Avaliação da resposta comportamental morfofisiológica e produção de cabras leiteiras puras e mestiças no semiárido do Rio Grande do Norte**. 2007, 61 f. Tese

(Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia- Universidade Federal de Rio Grande do Norte.

GAYÃO, A.L.B. de A. **Efeito do estresse térmico sobre a taxa metabólica e o ganho de peso de cabritas Saanen.** 1993, 69 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo-Botucatu, São Paulo.

GOMES, C.A.V.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N.; SILVA, D.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.12, n.2, p.213–219, 2008.

GÜTLER, H.; KETZ,A.; KOLB, E. et al.. **Fisiologia Veterinária.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, , 1987. 612p.

HOFFMAN, L.; DIMATTIA, A. Clinical use of infrared thermogram. **Archives of Internal Medicine,** v.113, p.218-224, 1964.

HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the haircoat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production,** v.32, n.6, p.225-226, 1981.

HURNIK, J. F.; DEBOER, S.; WEBSTER, A. B. Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. **Canadian Journal Animal Science,** v.64, p.1071–1073, 1984.

IÑIGUEZ, L., 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and the Inter-Andean valleys. **Small Ruminant Research.** 51, 137-144.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEORAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Censo agropecuário 2006 resultados preliminares.** 146p. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEORAFIA E ESTATISTICA – (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal 2007,** v. 35, p.1-62, Rio de Janeiro, 2008.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H.; WALLINS, G. L.; ENTZ, T. Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. **Animal Reproduction. Science,** v.41, p.153–159, 1996.

KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; KOUBKOVA, M.; FLUSSER, J.; OLDRICH, D. Evaluation of naturally ventilated dairy barn management by a thermographic method. **Livestock Production Science**, v.77, p.349–353, 2002.

KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; GURDIL, G.A.K; PINAR, Y.; SELVÍ, K.C. Applications of infrared thermography in animal production. **J. of Fac. Of Agric., OMU**, 22(3): 329-336, 2007.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Zaragoza: Acribia, 990p., 1971.

KOTRBA, R.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.355–359, 2007.

KUNC, P.; KNÍŽKOVÁ, I.; PŘIKRYL M.; MALOUN J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. **Agricultura Tropica et Subtropica**, v.40, p.29-32, 2007.

LEBBIE, S.H.B. Goats under household conditions. **Small Rum. Research**, v.51, p.131-136, 2004.

LEGATES, J.E.; FARTHING, B.R.; CASA DY, R.B. et al. Body temperature and respiratory rate of lactating dairy cattle under field and chamber conditions. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, p. 2491-2500, 1991.

LEITE, J.R.S. **Parâmetros de conforto térmico de caprinos nativos criados em confinamento no semiárido paraibano**. Campina Grande-PB- Universidade federal de Campina Grande, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande-2010.

LIGEIRO, E.C.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.544-549, 2006.

LUO, J.; SAHLU, T.; CAMERON, M. *et al.*. Growth of Spanish, Boer X Angora and Boer Spanish goat kids fed milk replacer. 2000. **Small Ruminant. Research**, Amsterdam, v.36, p. 189-194.

MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep: a review. **Small Ruminant Research**, v.71, p.1-12, 2007.

MARAI, I.F.M.; DAADER, A.H.; SOLIMAN, A.M.; EL-MENSHAWY, S.M.S. Non-genetic factors affecting growth and reproduction traits of buffaloes under dry management housing (in sub-tropical environment) in Egypt. **Livestock Research for Rural Development**, v.21, 2009.

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. Dissertação de Mestrado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS, Pirassununga São Paulo. 67 p. 2002

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; PINHEIRO, M.G.; SILVA, S.L.; ROMA JÚNIOR, L.C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, vol.24 n. 2 Botucatu, 2004a.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.181-191. 2004b.

MARTINS, E.C.; WANDER, A.E.; CHAPAVAL, L.; BOMFIM, M.A.D. O mercado e as potencialidades do leite de cabra na cidade de Sobral: a visão do consumidor. **Embrapa Caprinos**. Sobral. 2006.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; SCHERER, P.O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p. 199-202, 2001.

MEDEIROS,L.F.D.; VIEIRA, D.H.; SCHERER, P.O.; OLIVEIRA, C.A.; ALMEIDA, J.C.C. Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v. 9, n. 1, p. 32-35, jan./abr. 2002.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA,D.H.; OLIVEIRA, C.A.; FONSECA, C.E.M.; PEDROSA, I.A.; GUERSON, D.F.; PEREIRA, V.V.; MADEIRO, A.S. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos sprd (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim Indústria animal**, N. Odessa,v.64, n.4, p.277-287, out.dez., 2007.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; MELLO, M.R.B.; LOPES, P.R.B.; SCHERER, P.O.; FERREIRA, M.C.M. 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, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Sulina, 1989

NÄÄS, I.A.; SILVA, I.J.O. Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: BALBUENA et al. (Eds.) **Ingenieria Rural y Mecanización en el Ambito Latinoamericano**. La Plata: Editorial de la UNLP, 1998. p.464-72.

NAAS, I. A.; ARCARO Jr, I. Influencia de ventilacao e aspersion em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactacao em condicoes de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139- 142, 2001.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

NG, E.Y.K. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor. **International Journal of Thermal Sciences**, 48:849-859, 2009.

NÓBREGA, G.H.; SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; MANGUEIRA, J.M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.6, n.1, p. 67 - 73 janeiro/março de 2011.

NOGUEIRA FILHO, A. Ações de fomento do banco do Nordeste e potencialidades da caprino-ovinocultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2. 2003. João Pessoa-PB. **Anais...** João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba. p. 43-55. 2003.

NUNES, A.S.; BARBOSA, O.R.; DAMASCENO, J.C. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 25, no. 1, p. 157-163, 2003.

PAPACHRISTOFOROU, C.; MARKOU, M., Overview of the economic and social importance of the livestock sector in Cyprus with particular reference to sheep and goats. **Small Ruminant Research**, 62, 193-199. 2006.

PEACOCK, C., Goats – A pathway out of poverty. **Small Ruminant Research**, 60, 179-186. 2005.

PEREIRA, G.M.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.M.A.; ROBERTO, J.V.B.; SILVA, C.M.B.A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 83 - 88 janeiro/março de 2011.

PEREIRA FILHO, J.M.; RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; SOBRINHO, A.G.S.; YÁÑEZ, E.A; FERREIRA, A.C.D.; Efeito da Restrição Alimentar no Desempenho Produtivo e Econômico de Cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.188-196, 2005.

PEREIRA, J.C.P. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte, MG: 1996, 416 p.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J.O.; MATARAZZO, S.V.; Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.9, n.2, p.289-294, 2005.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O.; LIMA, K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.663-671, 2006.

POLAT, B.; COLAK, A.; CENGIZ, M.; YANMAZ, L.E.; ORAL, H.; BASTAN, A.; KAYA, S.; HAYIRLI, A. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.3525–3532, 2010.

PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.52 n.2 Belo Horizonte, 2000.

PRATA, L.F. et al. Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen): Região sudeste, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, v.18, n.4, p.428-432, 1998.

RESENDE, K.T. Distribuindo os partos ao longo do ano: o sistema da Unesp – Jaboticabal. Capritec, Espírito Santo do Pinhal, out. 2002. Seção Textos Técnicos e Artigos. Disponível em: www.capritec.com.br. Acesso em: 03 fevereiro 2012.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; BIAGIOLI, B.; LIMA, L.D.; BOAVENTURA NETO, O.; PEREIRA JUNIOR, J.D. Progresso científico em pequenos ruminantes na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.369-375, 2010.

RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1998. 318 p.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.L.N.; JUSTINIANO, S.V.; FREITAS, M.M.S.; Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 127-132, jan.-mar. 2010.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; ZOTTI, C.A.; MARQUES, B.A.A.; NOBRE, I.S.; DELFINO, L.J.B. Utilização da Termografia de Infravermelho na avaliação das respostas fisiológicas e gradientes térmicos de cabras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano. In: 5 SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. **Anais**. João Pessoa, PB, Brasil: EMEPA-PB, 2011. 1 CD-ROM.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.2, p. 08 -13 abril / junho de 2011.

ROBINSON, N. E.; Homeostase, Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G.; **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. p. 550-561. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F.C.B.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; CÉZAR, 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. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005a.

SANTOS, S.A.; McMANUS, C.; SOUZA, G. S.; SORIANO, B. M. A.; SILVA, R. A. M. S.; COMASTRI FILHO, J.A.; ABREU, U. G. P.; GARCIA, J. B. Variação da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no Pantanal. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.237-244. 2005b.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J. CHURCH, J. S.; BASARAB, J.; PERRY, B.; MILLER, C.; TONG, A. K. W. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Research in Veterinary Science**, v.83, p.376–384, 2007.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5.ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 1996. 600 p.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS SEBRAE. **Raças caprino:** ovinocaprinocultura – Rede Aprisco. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/ovino-e-caprino/o-setor/racas-caprino>> Acesso em: 07 setembro 2011.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DA PARAÍBA – SEBRAE-PB. **SEBRAE Agronegócios. Produção Leiteira- longa vida para o leite** N° 6, p. 30, outubro, 2007.

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação dos efeitos fisiológicos causados pela ventilação artificial em frangos de corte, em dispositivos de simulação climática**. 2000. 106 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

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

SILVA, I.J.O. Climatização das instalações para bovino leiteiro. In: Simpósio Brasileiro de Ambientação na Produção de Leite, Piracicaba, 1998. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.114-145.

SILVA, R.G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel. 2000.286p.

SILVA, J.O.R. **Biometria, morfometria, conformação e acabamento da carcaça de cabritos F1(Boer x SRD), terminados em pastagem nativa e submetidos a diferentes níveis de suplementação**. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) CSTR/UFCG, Patos-PB, 37p., 2008.

SILVA, R.G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.

SILVA, I. J.O.; PANDORFI, H.; ACARARO Jr., I.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

SILVA, I.J.O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S.M.S. Uso da zootecnia de precisão na avaliação do comportamento de leitões lactentes submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.34 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2005.

SILVA, G. A.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; AZEVEDO NETO, J; AZEVEDO, S.A.; SILVA, E.M.N.; SILVA, R.M.N. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 154-161, 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, v. 23, n. 2, p. 142-148, abr.-jun., 2010a.

SILVA, T.G.F.; MOURA, M.S.B.; SÁ, I.I.S.; ZOLNIER, S.; TURCO, S.H.N.; SOUZA, L.S.B. Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.8, p.863–870, 2010b.

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, v. 24, n. 4, p. 195-199, out.-dez., 2011a.

SILVA, A.L.N.; PEREIRA FILHO, J.M.; SOUZA, B.B.; OLIVEIRA, N.S.; LIRA, M.A.A.; CARVALHO JUNIOR, A.M.; SILVA, R.M. Procura de água e de sombra por caprinos F1 Boer x SRD terminados em pastejo e submetidos a suplementação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.12, n.2, p.516-526 abr/jun, 2011b.

SILVA, J.A.R.; ARAÚJO, A.A.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; SANTOS, N.F.A.; GARCIA, A.R.; NAHÚM, B.S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Vol.46, n.10, 2011c.

SMITH, B. P. **Medicina interna de grandes animais**. 3. ed. Barueri: Manole, 2006. 1728 p.

SOUZA, E.D.; SOUZA, B.B.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F. et al. Determinação de parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p. 177-184, 2005.

SOUSA JÚNIOR, S.C.; MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M.; NERY, K.M.; MORAIS, J.H.G.; GUILHERMINO, M.M. Características Termorreguladoras de Caprinos,

Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Região Semi-Árida. **Revista Científica de Produção Animal**. v.10, n.2, p.127-137, 2008.

SOUSA, W.H.; SANTOS, E.S. **Criação de caprinos leiteiros: uma alternativa para o semiárido**. João Pessoa, PB: EMEPA-PB, 207 p., 1999.

SOUZA, B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. **FarmPoint-ovinos e caprinos - radares técnicos – Bem-estar e comportamento animal**. 2010. Disponível em: < <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-conforto-termico-para-ovinos-e-caprinos-indice-de-temperatura-do-globo-negro-e-umidade-registrado-em-pesquisas-no-66797n.aspx> > Acesso em: 4 de janeiro 2012.

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 ½saanen + ½boer no semi-árido paraibano. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 02 p. 47 – 51, abril/junho 2010.

SOUZA, B.B.; SILVA, G.A.; FREITAS, M.M.S.; CUNHA, M.G.G.; BENÍCIO, T.M.A. Respostas fisiológicas e índice de tolerância ao calor de caprinos mestiços de boer no semiárido. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.3, p. 146 - 151 julho/setembro de 2011a.

SOUZA, B.B.; ASSIS, D.Y.C.; SILVA NETO, F.L.; ROBERTO, J.V.B.; MARQUES, B.A.A. 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**. v.6, n.1, p. 77 - 82 janeiro/março de 2011b.

SOUZA, S.R.L.; NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J. Análise de imagens para a caracterização das atividades de vacas leiteiras dentro do galpão de confinamento. **Engenharia Agrícola**. vol.31 no.6 Jaboticabal Dec. 2011c.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; NEGRÃO, J.A.; MAIA, A.S.C.; BUENO, A.R. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; SCHAEFER, A. L.; COOK, N.J.; SCOTT, S. L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, v.14, p.319–325, 2005.

SÜMBERA, R.; ZELOVÁ, J.; KUNC, P.; KNÍKOVÁ, I.; BURDA, H. Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR-Thermography. **Physiology & Behavior**, 92: 526-532, 2007.

VERÍSSIMO, C.J.; TITTO, C.G.; KATIKI, L.M.; BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; MOURÃO, G.B.; OTSUK, I.P.; PEREIRA, A.M.F.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; TITTO, E.A.L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.159-167, jan/mar, 2009.

YAHAV, S., STRASCHNOW, A., LUGER, D., SHINDER, D., TANNY, J., COHEN, S. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions. **Poultry Science**, n. 83, p. 253 – 258, 2004.

ZIPROUDINA, N.; MING, Z.; HÄNNINEN, O.O.P. Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutic**, March/april: 219-223, 2006.

ZOTTI, C.A. **Desempenho, respostas fisiológicas e comportamentais de novilhas leiteiras mantidas em diferentes regimes de ventilação forçada**. 2010.63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável.) – Instituto de Zootecnia – APTA/SAA, Nova Odessa, 2010.

CAPÍTULO 2

**VARIAÇÃO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E RESPOSTAS
TERMORREGULADORAS DE CABRAS PURAS SAANEN E MESTIÇAS $\frac{1}{4}$
SAANEN + $\frac{3}{4}$ BÔER NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.**

CAPÍTULO 2

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Variação dos elementos climáticos e respostas termorreguladoras de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano.** Patos- PB: UFCG, 2012. 87f. (Dissertação- Mestrado em Zootecnia- Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido).

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a influência dos elementos do clima nos diferentes horários do dia sobre os mecanismos termorreguladores de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, criadas em sistema intensivo no semiárido paraibano. Utilizou-se 16 cabras, 8 fêmeas puras da raça saanen e 8 mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer com peso vivo médio de 21,16 \pm 2,79 kg, distribuídas em um DIC em esquema fatorial 2x12 (duas raças e doze horários diferentes). Avaliaram-se os parâmetros ambientais e fisiológicos nos diferentes horários: das 6 às 17 horas. Nos parâmetros ambientais observa-se que o ITGU aumenta no decorrer do dia atingindo seu valor máximo (84,16) às 13 horas. O menor valor de ITGU foi observado às 6h. A partir das 10 h as temperaturas ambientes ultrapassaram a ZCT para caprinos. Para a TR observa-se que houve diferença estatística entre os grupo genéticos nos horários das 7, 10 e 16 horas, e as maiores médias encontradas nos mestiços e nos horários das 13, 14,15 e 17 horas. Para a FR, o grupo das puras saanen e horários das 14h apresentaram as maiores médias. Na TS não houve efeito dos grupos genéticos e as maiores médias foram encontradas às 14 horas. A variação da temperatura ambiente influencia diretamente as respostas fisiológicas dos animais. O grupo saanen é menos tolerante ao clima semiárido do que os mestiços, porém mantiveram a homeotermia com aumento da FR. A criação de Saanen e seus mestiços requerem cuidados com relação ao manejo e instalações.

Palavras-chave: ambiência, estresse calórico, horários, intensivo, termorregulação

CHAPTER 2

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Variation of climatic elements and thermoregulatory responses of saanen goats pure and crossbred $\frac{3}{4}$ boer + $\frac{1}{4}$ saanen in semiarid of Paraíba.** UFCG, 2012. 87sht. (M.Sc. Dissertation. Animal Sciences – Agrosilvipastoral Systems in the Semiarid).

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of climate elements in different times of day on the thermoregulatory mechanisms of Saanen goats pure and crossbred $\frac{1}{4}$ saanen+ $\frac{3}{4}$ Boer, reared in intensive system in semi-arid of Paraíba. Sixteen goats were used, eight females pure Saanen and eight crossbred $\frac{1}{4}$ saanen+ $\frac{3}{4}$ Boer, with average weight of $21,16 \pm 2,79$ kg, distributed in a DIC in a factorial scheme 2x12 (two races and twelve different times). Evaluated the environmental and physiological parameters in the different times: from 6 to 17 hours. In the environmental parameters is observed that IBGT increase during the day reaching its maximum value (84.16) at 13 hours. The lowest value of IBGT was observed at 6h. After 10 h of ambient temperatures exceeded the ZCT for goats. For TR observed that there was statistical difference between the genetic groups in times of 7, 10 and 16 hours, and the highest means found in the crossbreed and times of 13, 14,15 and 17 hours. For FR, the group of pure saanen and times of 14h showed the highest means. In theTS there was no effect of genetic groups and the highest means were found at 14 hours. The variation of environmental temperature influences directly the physiological responses of animals. The group saanen is less tolerant than the crossbred, to semi-arid, but maintained the homeothermy with increase of FR. The creation of Saanen and yours crossbred require care in relation to management and installations.

Keywords: ambience, heat stress, hours, intensive, thermoregulation

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que afetam negativamente a produção animal, tem-se o clima que afeta direta e indiretamente os animais. Com o aquecimento global, as regiões tropicais são as mais prejudicadas, devido à maior radiação incidente.

Como os caprinos são animais homeotérmicos, possuindo a capacidade de controlar sua temperatura corporal, em uma temperatura ambiente dentro de certos limites, é essencial a provisão de instalações que mantenham as temperaturas ambientais próximas as das condições de conforto térmico para os animais.

As raças caprinas especializadas em leite, principalmente a Saanen, são oriundas da Europa. Sendo o Brasil um país tropical, esses animais passam a enfrentar uma situação para a qual não se acham geneticamente preparados, e os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nas reações fisiológicas (MEDEIROS et al., 2008).

Uma alternativa para diminuir a suscetibilidade dessas raças européias ao clima tropical tem sido o cruzamento com animais mais adaptados a regiões quentes como o Boer. No entanto, o conhecimento prévio do desempenho produtivo de raças exóticas introduzidas no país, utilizadas em programas de cruzamento, como a Saanen de origem européia e aptidão leiteira e a Boer de origem Sul Africana e aptidão para carne, torna-se indispensável para a exploração de seus mestiços (PEREIRA, 1996).

Para Roberto e Souza (2011), os vários fatores relacionados ao ambiente, nutrição, sanidade e manejo são os responsáveis pela limitação da produção animal no semiárido.

Sabendo-se que o clima pode interagir com os animais alterando sua resposta fisiológica, comportamental e produtiva e que a interação entre animal e ambiente deve ser observada quando se busca uma maior eficiência na exploração animal (NEIVA et al., 2004), vários trabalhos têm sido desenvolvidos na região semiárida do Nordeste brasileiro envolvendo raças exóticas e seus mestiços e tem auxiliado no diagnóstico de animais mais adaptados a realidade local, tendo-se como base alterações nos parâmetros fisiológicos: frequência respiratória e temperatura retal, que são os mais afetados durante o decorrer do dia (SOUZA et al., 2005). Diante disso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência das variações dos elementos do clima ao longo do dia sobre os mecanismos termorreguladores de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, criadas em sistema intensivo no semiárido paraibano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

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% (BRASIL, 1992) e também por 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.

2.2 Animais e Instalações

Foram utilizadas 16 fêmeas jovens: 8 puras saanen e 8 mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, com peso inicial médio de 21,68 Kg \pm 2,5 Kg e 19,66 Kg \pm 2,2 respectivamente, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x12 (duas raças e doze horários diferentes), criadas em sistema intensivo recebendo água *ad libitum* e duas diferentes dietas experimentais. Antes de iniciar o experimento os animais foram identificados com brincos, vermifugados, pesados e alojados em baias individuais construídas em madeira, e que apresentavam 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 um comprimento de 11m e uma largura de 6m, com um corredor central de 1,5m de largura e pé direito de 2,5m.

Os animais receberam ração em quantidade que permitiu sobra diária de cerca de 20% do oferecido, sendo submetidos a um período de adaptação ao manejo, às instalações e aos tratamentos durante 15 dias. Durante o período experimental, os animais foram pesados a cada sete dias após jejum noturno de alimento sólido e líquido e receberam, sempre que necessário aplicações de vermífugo com a finalidade de controlar os ecto e endoparasitos.

Diariamente as instalações foram higienizadas, todos os produtos de excreção (fezes e urina) dos animais e também as sujidades provocadas pela manipulação da ração, de modo a permitir um ambiente livre de ecto-parasitas e de fontes de infecção para os animais.



FIGURA 1: Bairas experimentais

2.3 Manejo alimentar

Foram fornecidas para os animais duas diferentes dietas experimentais: **Dieta 1** composta de feno de capim Andrequicé (*Leersia hexandra* S.W.) e ração concentrada ajustada a base de farelo de milho (17,90%), farelo de soja (10,60%), mistura mineral (1%) e fosfato bicálcico (0,5%); **Dieta 2** 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%), sendo que todas as dietas tiveram uma proporção de 70% de volumoso e 30% de concentrado. A composição bromatológica dos ingredientes está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Composição bromatológica dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais

Composição (% MS)	Feno de capim	Feno de capim	Farelo de milho	Farelo de soja
	Andrequicé	Tifton		
MS	87,68	85,44	90,55	90,25
MM	16,54	8,95	1,78	6,96
MO	83,46	91,05	98,22	93,04
PB	10,41	12,24	8,54	49,64
FDN	74,17	80,80	-	-
FDA	46,70	44,46		
EB(Mcal/kg)	4,651	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,

As dietas foram ajustadas 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, recebendo o alimento à vontade, o qual era pesado e ajustado diariamente para permitir sobras de aproximadamente 20% do peso do alimento consumido no dia anterior. A suplementação mineral foi ajustada de modo a atender as recomendações mínimas exigidas de acordo com o NRC (2007) para um GPMD de 100 g. 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.

TABELA 2 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

2.4 Parâmetros ambientais

As variáveis ambientais temperatura do ar ($T^{\circ}\text{Ar}$), 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 equipamento é um dispositivo eletrônico que registra os dados ao longo do tempo e funciona como uma estação meteorológica automática. O datalogger foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas e durante todos os 75 dias de experimento.

Com os dados ambientais obtidos foram calculados o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a fórmula: $T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$ (BUFFINGTON et al., 1981).

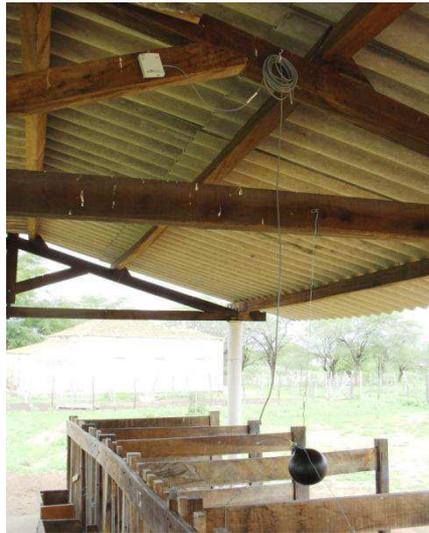


FIGURA 2. Datalogger instalado no aprisco com cabo externo acoplado ao globo negro.

2.5 Respostas Fisiológicas

Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS) foram aferidos em intervalos de dois dias consecutivos totalizando 15 dias de coleta. No primeiro dia de coleta os dados foram coletados às 6, 9, 12 e 15 horas, no segundo dia às 7, 10, 13,16 horas e no terceiro dia, completando um ciclo de 12 horas, foram registrados às 8, 11 e 14 horas, de forma que ao final do experimento foi possível obter dados de todos os horários do dia compreendidos entre às 6 e às 16 horas.

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.

Para obtenção da temperatura superficial foi utilizado um termômetro de infravermelho da marca FLUKE modelo 66/68, o qual possibilita uma varredura do local fornecendo a temperatura média do ponto indicado pelo laser emitido pelo termômetro. Os pontos percorridos foram: frente, pescoço, costado, lombo, coxa, canela e ventre. Obtendo uma média da temperatura superficial a uma distância média de 20 cm do animal.

2.6 Delineamento experimental

Utilizou-se 16 cabras, sendo 8 fêmeas puras da raça saanen e 8 mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x12 (dois grupos genéticos e doze horários diferentes).

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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 a pasto. As médias referentes aos parâmetros ambientais encontram-se na tabela 3.

TABELA 3. Médias das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade nos diferentes horários pesquisados

HORÁRIOS	VARIÁVEIS			
	TA (°C)	TGN (°C)	UR (%)	ITGU
6 h	23,70	23,81	82,76	72,68
7 h	25,33	26,22	76,03	75,18
8 h	27,37	28,50	67,75	77,50
9 h	29,27	30,48	60,12	79,41
10 h	31,03	32,28	53,94	81,16
11 h	32,81	34,12	47,97	82,87
12 h	33,78	34,94	44,91	83,56
13 h	34,65	35,65	42,25	84,16
14 h	34,93	35,76	40,92	84,12
15 h	34,43	35,02	42,59	83,35
16 h	33,81	34,28	43,97	82,58

Observando os valores de ITGU ao longo do dia pode-se perceber que estes aumentam na medida em que as horas do dia se passam, até as 13 horas, horário em que atinge seu valor máximo (84,16). A partir das 13 horas os valores de ITGU começam a decrescer até atingirem

seu valor mínimo às 6 horas (72,68). No presente estudo verificou-se ainda que as médias para o ITGU nos turnos manhã e tarde respectivamente, foram de 78,91 e 83,09, sendo a maior média no turno da manhã observada no horário das 12 horas (83,56) e a maior média para o turno da tarde sendo observada às 13 horas (84,16), como mostra a figura 6.

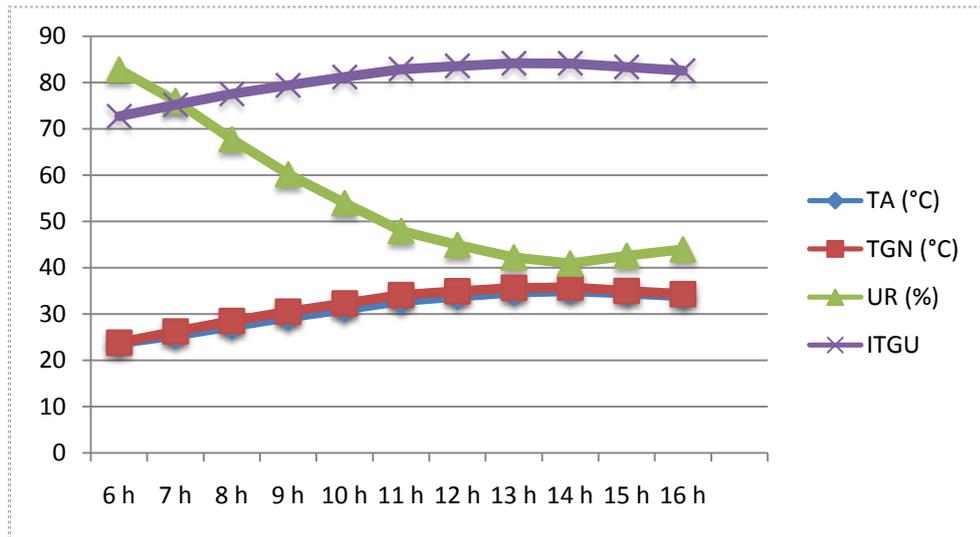


FIGURA 3: Médias das variáveis ambientais nos diferentes horários pesquisados

Estudando o grau de adaptação de caprinos $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD no semiárido paraibano, Roberto et al. (2010) observaram valores médios de ITGU na sombra de 75,14 e 87,57 nos turnos manhã e tarde respectivamente. Estes autores afirmaram que apesar das condições ambientais estressantes, os caprinos resultantes do cruzamento da raça Boer e SRD apresentaram alta capacidade de adaptação, já que mantiveram os seus constituintes sanguíneos dentro dos padrões normais para a espécie.

Analisando os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer, Silva et al. (2011) encontraram valores de ITGU na sombra de 79,44 e 81,55 para os horários das 9 e 15 horas 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 durante o decorrer de alguns horários do dia, se mostraram dentro do padrão normal para a espécie caprina.

De acordo com Hahn (1985) e Barbosa e Silva (1995), para vacas leiteiras, o valor do ITGU de 70 ou menos mostra uma condição normal; valores entre 71 e 78 indicam uma condição crítica; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente. Já para Souza (2010), o valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos enquanto que para caprinos um estresse baixo.

Nesse contexto, tomando-se por base o indicado por Souza (2010), pode-se inferir que o ambiente semiárido nos horários das 6 até as 11 horas não expõe os caprinos ao estresse, porém a partir das 12 até as 15 horas os caprinos já sofrem um estresse baixo.

A figura 6 mostra um comportamento crescente da temperatura ambiente (TA) até as 14 horas, horário no qual atingiu seu valor máximo (34,93°C), a partir deste horário a TA decresce atingindo seu valor mínimo, dentre os estudados, às 6 h (23,70°C). Para Baêta e Souza (1997), a zona de conforto térmico para caprinos situa-se entre temperaturas de 20 a 30°C, sendo a temperatura crítica superior de 35°C. Assim, pode-se afirmar que nos horários das 6 as 9 h os animais estavam dentro da zona de conforto térmico, porém a partir das 10 h as temperaturas ultrapassaram a ZCT mas não atingiram a temperatura crítica superior.

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 médias de temperatura de 27,12 e 32,06 °C para as 9 e 15 horas respectivamente, e também afirmaram que no turno da tarde a temperatura foi superior a zona de conforto térmico. Para Gomes et al. (2008), é comum no semiárido que as temperaturas nos horários mais quentes do dia fiquem acima da ZCT para caprinos.

Com relação à temperatura do globo negro (TGN), nota-se um comportamento ao longo do dia semelhante à temperatura ambiente (Figura 6), já que a TGN também aumenta até as 14 horas atingindo seu valor máximo (35,76°C) e a partir daí decresce, chegando ao valor mínimo, dentre os pesquisados, às 6h (23,81°C). Porém os valores absolutos da TGN são maiores do que os da TA devido à influência de outros elementos climáticos como a radiação, que é recebida pelo globo negro, e a velocidade dos ventos incidindo sobre ele.

Pode-se perceber, através do valor máximo da TGN às 14 horas (35,76°C), que a radiação incidente nesse horário é intensa, provocando uma situação de estresse térmico elevada para os animais, mesmo em ambiente confinado. Tal situação de estresse térmico pode ser ainda confirmada com base nas médias das frequência respiratória (59 mov/min) e da temperatura superficial (33,99°C) dos animais, que atingiram seus valores máximos também às 14 horas.

Com relação à umidade relativa verifica-se que os maiores valores encontram-se entre as 6 e 9 horas e os menores valores estão compreendidos entre as 12 e 16 horas. De acordo com Baêta e Souza (1997), a umidade relativa ideal para criação de animais domésticos situa-se entre 50 e 70%. Assim, observa-se na presente pesquisa que somente nos horários das 8, 9 e 10 horas a UR estava dentro do padrão ideal. Nos horários das 6 (82,76%) e 7 (76,03%) horas a UR situou-se acima dos valores ideais e a partir das 11 até as 16 horas, abaixo do ideal.

Os resultados referentes à variável fisiológica temperatura retal (TR), nos diferentes horários estudados e com relação aos dois grupos genéticos: puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer estão descritos na Tabela 4, onde observa-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) tanto entre os horários como entre os grupos genéticos estudados.

TABELA 4: Médias da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) de cabras puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer, nos diferentes horários pesquisados

HORÁRIOS	GRUPO GENÉTICO	
	SAANEN	$\frac{1}{4}$ SAANEN + $\frac{3}{4}$ BOER
6 h	38,01 A g	38,06 A f
7 h	38,16 B fg	38,44 A e
8 h	38,81 A abcdef	38,84 A abcde
9 h	38,51 A efg	38,67 A de
10 h	38,60 B def	39,01 A abcde
11 h	38,75 A bcdef	38,71 A cde
12 h	38,86 A abcdef	38,81 A bcde
13 h	38,93 A abcde	39,07 A abcde
14 h	39,06 A abcde	39,01 A abcde
15 h	39,10 A abcde	39,17 A abcd
16 h	38,71 B cdef	39,06 A abcde
Médias	38,72	38,84

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os grupos saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer somente nos horários das 7, 10 e 16 horas, sendo as maiores médias de temperatura retal observadas no grupo das mestiças.

Souza et al. (2010), estudando o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos puros saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Bôer no semiárido paraibano, observaram que não houve diferença significativa das raças para a TR coletada entre as 7 e 9 horas e entre as 14 e 15 horas. Já Silva et al. (2006a), concordando com o encontrado neste estudo, também

observaram efeito de raça sobre a temperatura retal, quando estudaram adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano.

Nota-se que a TR nos dois grupos genéticos estudados aumenta gradativamente no decorrer do dia atingindo o valor máximo às 15 horas, decrescendo a partir daí e atingindo valor mínimo às 6h, como mostra a figura 7. Isto mostra que, apesar de terem mantido a TR dentro dos padrões normais, os animais estocaram calor ao longo do dia.

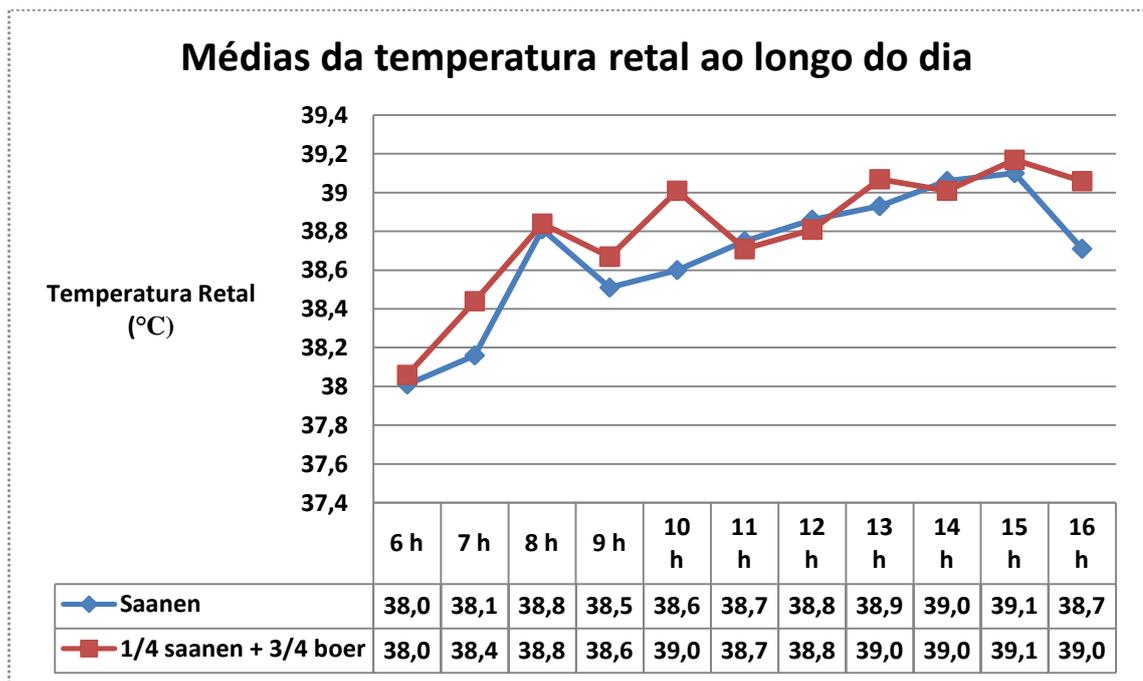


FIGURA 4: Médias de Temperatura retal nos diferentes horários

O aumento da TR, quase que constante, a partir das 12 horas até as 15 horas, está associado diretamente ao aumento da radiação solar no turno da tarde e a consequente elevação da TA, que atingiu seu valor máximo ($34,93^{\circ}\text{C}$) às 14 h; aumento da TGN, que atingiu o máximo valor também às 14 h ($35,76^{\circ}\text{C}$) e também do ITGU, que apresentou seu máximo valor às 13 h (84,16).

A temperatura retal é o resultado entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada. Um aumento da TR significa que o animal está estocando calor, e se não houver dissipação, o estresse por calor se manifesta (SANTOS ET AL., 2006).

Levando-se em consideração a elevação dos fatores climáticos no decorrer do dia, verifica-se que os animais não apresentaram TR fora dos padrões normais para a espécie (até 40°C). Tal comportamento sugere que o sistema termorregulador foi usado com eficiência, já que a TR dos animais se encontram dentro da normalidade, sendo a temperatura do ar um

parâmetro climático importante na estimativa do efeito do clima sobre o comportamento fisiológico do animal (SILVA ET AL., 2006b).

Em pesquisa para avaliar o efeito do ambiente nas respostas fisiológicas de cabras saanen semiconfinadas e submetidas a diferentes regimes de suplementação, Nunes et al.(2003) observaram valores médios de 38,6 e 39,4°C para a temperatura retal nos turnos manhã e tarde respectivamente. Estes autores afirmaram que os valores da frequência respiratória e da temperatura retal encontrados no período da tarde foram mais elevados provavelmente em função de maiores valores e oscilações das variáveis climáticas, concordando com os resultados obtidos na presente pesquisa.

Com relação à frequência respiratória (FR), verificou-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os dois grupos genéticos estudados e entre os diferentes horários, como demonstra a tabela 5.

TABELA 5: Médias da Frequência respiratória (mov/min) para os dois grupos genéticos: puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer e para os diferentes horários pesquisados.

GRUPO GENÉTICO	FR(mov/min)
saanen	46 A
$\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer	40 B
CV(%)	27,63
HORÁRIOS	FR(mov/min)
6 h	34 D
7 h	36 CD
8 h	37 CD
9 h	36 CD
10 h	37 CD
11 h	44 BCD
12 h	46 BC
13 h	46 BC
14 h	59 A
15 h	53 AB
16 h	38 CD
Média	42,36
CV(%)	20,96

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os grupos genéticos, tendo o grupo puras saanen apresentado a maior média de FR (Figura 5). Isso se deve ao fato de que os animais puros saanen, por serem de origem européia são mais sensíveis ao estresse térmico, possuindo uma menor adaptabilidade a climas quentes do que os mestiços,

apresentando assim um elevação de suas respostas fisiológicas como a FR. Corroborando tal afirmação, Medeiros et al. (2008), estudando as reações da TR e da FR em cabras da raça saanen e da raça anglo-nubiana, também observaram uma FR mais elevada para as cabras da raça saanen do que as anglo-nubianas.

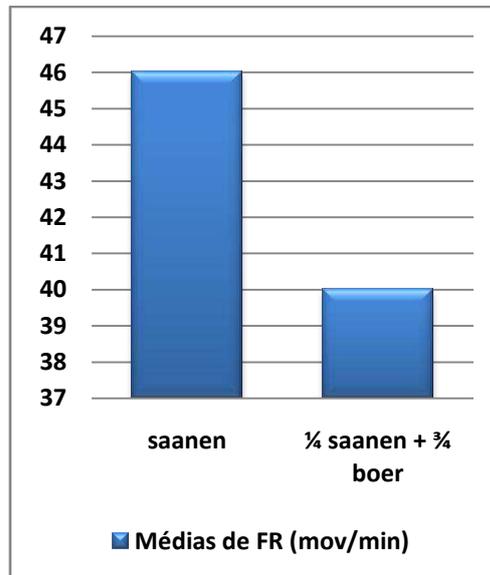


FIGURA 5: FR dos diferentes grupos genéticos

Avaliando a adaptabilidade da raça azul (nativa) e da raça saanen (exótica) às condições climáticas da região Meio-Norte do Brasil, Rocha et al. (2009) também verificaram médias de FR maiores para a raça saanen, afirmando que esta raça apresentou maior dificuldade de perda de calor por evaporação, concordando com os dados obtidos na presente pesquisa.

Com relação aos diferentes horários pesquisados observa-se que a FR aumenta gradativamente no decorrer do dia, até atingir seu valor máximo às 14 horas (59 mov/min) (Figura 6). Não houve diferença estatística entre os horários das 14 e 15, indicando estes, os maiores valores de FR durante o dia, assim como também não houve efeito significativo entre os horários das 6,7,8,9 e 10 horas, indicando estes os menores valores para FR (Figura 6).

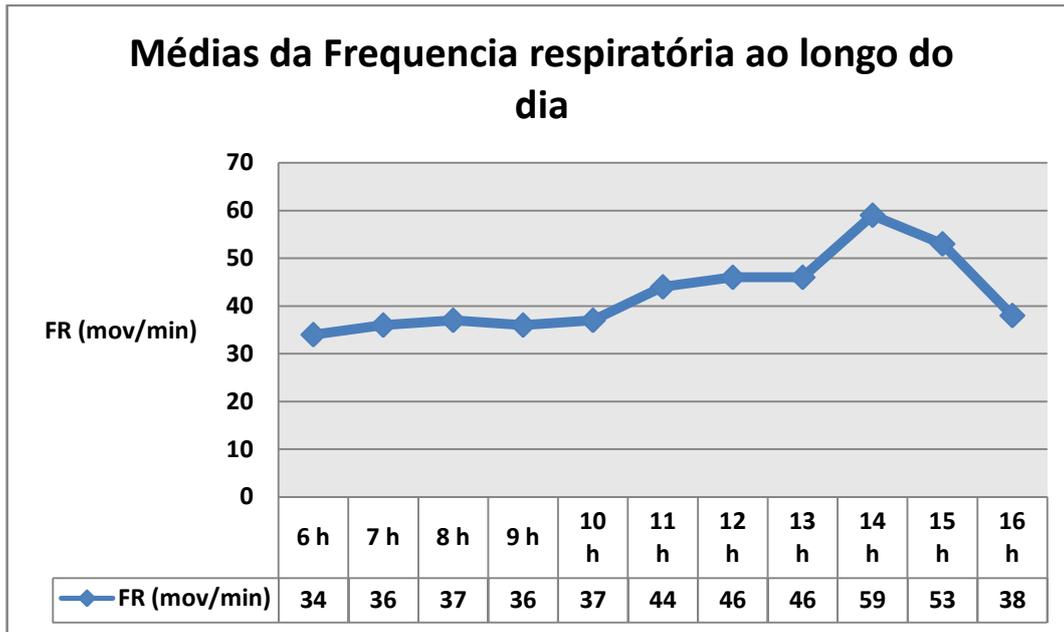


FIGURA 6: Frequência respiratória dos animais em função dos diferentes horários pesquisados.

Assim como a TR, os maiores valores de FR nesses horários também estão diretamente relacionados ao aumento da radiação solar incidente, mesmo em ambiente confinado, e elevação das variáveis TA, TGN e ITGU. Durante estes horários os animais estão sendo submetidos a uma condição ambiental estressante e com isso os mecanismos termorregulatórios são acionados na tentativa de dissipar calor por evaporação, ocasionando um aumento da FR e da taxa de sudorese.

Ao estudar as frequências respiratória e cardíaca de caprinos ango-nubianos e parda alemã durante a estação quente e chuvosa, no Estado do Rio de Janeiro, Medeiros et al. (2001), afirmaram que a frequência respiratória dos animais no período da manhã foi menor que no período da tarde, concordando com os resultados encontrados no presente estudo e observados também por Silva et al.(2010) e Souza et al.(2008).

Apesar dos animais da presente pesquisa terem utilizado em maior escala a termólise respiratória para eliminar o excesso de calor, principalmente nos horários da tarde e no grupo genético das puras saanen, a temperatura retal foi mantida dentro dos níveis fisiológicos, indicando que este mecanismo foi eficiente e evitou a hipertermia.

As médias de temperatura superficial (TS) para os diferentes grupos genéticos e os diferentes horários estão apresentados na tabela 6.

TABELA 6: Médias da Temperatura Superficial (°C) para os dois grupos genéticos: puras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer e para os diferentes horários pesquisados.

GRUPO GENÉTICO	TS (°C)
Saanen	31,24 A
$\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ boer	30,99 A
CV(%)	5,73
HORÁRIOS	TS (°C)
6 h	28,40 F
7 h	28,43 F
8 h	30,16 E
9 h	30,12 E
10 h	31,23 D
11 h	32,66 B
12 h	32,31 BC
13 h	31,68 CD
14 h	33,99 A
15 h	32,23 BC
16 h	29,66 E
Média	30,98
CV(%)	1,84

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que a TS variou significativamente ($P < 0,05$) entre os diferentes horários, porém não houve efeito significativo dos grupos genéticos. Os menores valores de TS foram observados nos horários das 6h (28,40°C) e 7h (28,43°C). Devido à radiação solar incidente ser baixa nesse horário. Já os valores maiores para TS foram verificados às 12, 14 e 15 horas, tendo o horário das 14 horas diferido estatisticamente ($P < 0,05$) de todos os outros horários e apresentado uma média de TS de 33,99°C (Figura 7).

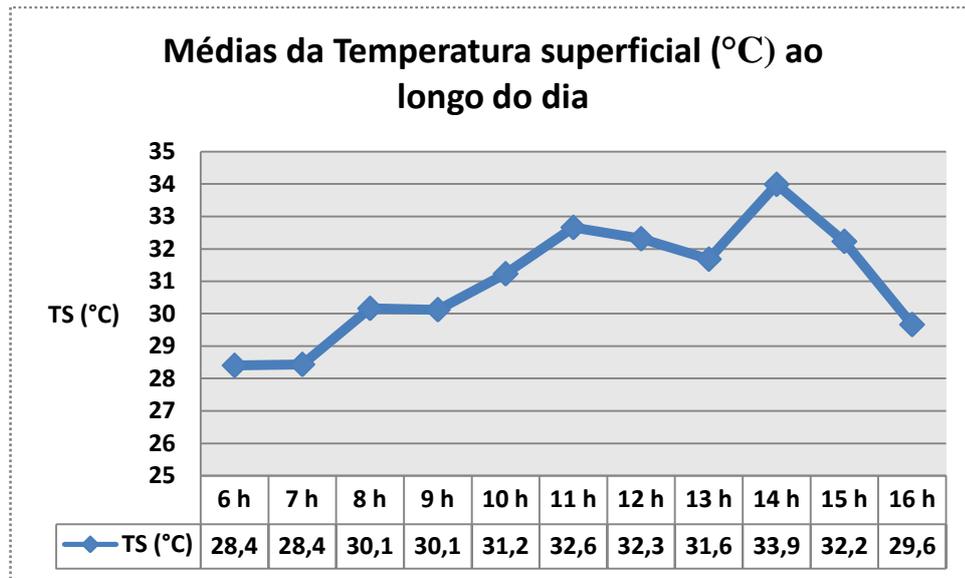


FIGURA 7: Temperatura superficial dos animais em função dos diferentes horários do dia.

Ao trabalhar com caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer criados em regime intensivo no semiárido paraibano, Silva et al. (2011) verificaram médias de TS (31,67°C e 32,08°C, para as 9 e 15 horas, respectivamente) semelhantes as encontradas na presente pesquisa, e afirmaram que os animais atingiram um equilíbrio térmico fisiológico efetivo, possivelmente por se tratarem de animais de pelagem clara.

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 o 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).

4 CONCLUSÕES

Os parâmetros ambientais estudados revelam uma situação de estresse térmico nos horários a partir das 12 horas, mesmo em se tratando de ambientes de confinamento.

A variação dos elementos climáticos ao longo do dia, em especial da temperatura ambiente, influencia diretamente a elevação das respostas fisiológicas dos animais.

A raça Saanen demonstrou ser menos tolerante as condições ambientais do semiárido do que os mestiços $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer.

A criação de cabras puras Saanen e seus mestiços no semiárido exige maiores cuidados com relação ao manejo e instalações, sugerindo a realização de mais estudos no sentido de promover a manutenção do conforto térmico e o aumento da produção desses animais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico**. Viçosa, UFV. Universidade de Viçosa. 1997. 246p.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Industria Animal**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas (1961-1990)**. Brasília:EMBRAPA/SPI, 1992. 84p.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

GOMES, C.A.V.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N.; SILVA, D.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.213-219, 2008.

HAHN, G. L. Manegement and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock: Ungulates**. Boca Raton: CRC Press Inc.,1985. v. 2. p.151-174, 1985.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; SCHERER, P.O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p. 199-202, 2001.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; MELLO, M.R.B.; LOPES, P.R.B.; SCHERER, P.O.; FERREIRA, M.C.M. 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, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H. et al., Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

NUNES, A.S.; BARBOSA, O.R.; DAMASCENO, J.C. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 25, no. 1, p. 157-163, 2003.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS – NRC. **Sheep, goats, cervids and new words camelids**. National Academy Press. Washington, DC, 362p. 2007.

PEREIRA, J.C.P. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. Belo Horizonte, MG: 1996, 416 p.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.2, p. 08 -13 abril / junho de 2011.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.L.N.; JUSTINIANO, S.V.; FREITAS, M.M.S.; Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 127-132, jan.-mar. 2010.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. Respostas Fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos da raça Santa Inês, Morada Nova e seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

SILVA, R.G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.

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. **Ciência e Agrotecnologia**.v.30, n.3, p.516-521, 2006a.

SILVA, G.A.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; SILVA,E.N.M.; AZEVEDO, S.A.; AZEVEDO NETO, J.; SILVA, R.M.N. Efeito da época do ano e do período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.10, n.4, p.903-909, 2006b.

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, v. 23, n. 2, p. 142-148, abr.-jun., 2010.

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 fl saanen x boer. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 195-199, out.-dez., 2011.

SOUZA,E.D.; SOUZA, B.B.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F. et al. Determinação de parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p. 177-184, 2005.

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. **Ciência e Agrotecnologia**. v.32, n.1, p.275- 280, 2008.

SOUZA, B.B.; LOPES, J.J.; ROBERTO, J.V.B.; SILVA, A.M.A.; SILVA, E.M.N.; SILVA, G.S.; Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços ½saanen + ½boer no semiárido paraibano. **Agropecuária científica no semiárido**. v.06, n 02 abril/junho 2010 p. 47 – 51.

SOUZA,B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. **FarmPoint-ovinos e caprinos - radares técnicos – Bem-estar e comportamento animal**. 2010. Disponível em: < <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-conforto-termico-para-ovinos-e-caprinos-indice-de-temperatura-do-globo-negro-e-umidade-registrado-em-pesquisas-no-66797n.aspx> > Acesso em: 4 de janeiro 2012.

SOUZA, B.B.; ASSIS, D.Y.C.; SILVA NETO, F.L.; ROBERTO, J.V.B.; MARQUES, B.A.A. 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**. v.6, n.1, p. 77 - 82 janeiro/março de 2011.

CAPÍTULO 3

**UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO NA AVALIAÇÃO DAS
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E GRADIENTES TÉRMICOS DE CABRAS SAANEN
E MISTIÇAS $\frac{1}{4}$ SAANEN + $\frac{3}{4}$ BÔER NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

CAPÍTULO 3

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Utilização da Termografia de Infravermelho na avaliação das respostas fisiológicas e gradientes térmicos de cabras saanen e mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer no semiárido paraibano.** Patos- PB: UFCG, 2012. 89f. (Dissertação-Mestrado em Zootecnia- Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido).

RESUMO

Objetivou-se com este 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 a temperatura retal, temperatura superficial e para os gradientes térmicos sendo observadas no turno da tarde as maiores médias para temperatura retal e para temperatura superficial e no turno da manhã, para os gradientes. Não foi observado efeito de raça para nenhum dos parâmetros estudados, exceto para a frequência respiratória. A raça saanen se mostrou menos tolerante às condições climáticas do semiárido do que os mestiços $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer, refletindo a necessidade de mais pesquisas com relação ao manejo e instalações para esses animais.

Palavras-chave: adaptabilidade, ambiência, caprinos, precisão, zootecnia

CHAPTER 3

ROBERTO, João Vinícius Barbosa. **Use of infrared thermography in the evaluation of physiological responses and thermal gradients of goats saanen and crossbred $\frac{3}{4}$ saanen and $\frac{1}{4}$ boer in the semi-arid paraibano.** UFCG, 2012. 89sht. (M.Sc. Dissertation. Animal Sciences – Agrosilvipastoral Systems in the Semiarid).

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physiological responses and thermal gradients of goats saanen pure and crossbred $\frac{1}{4}$ boer + $\frac{3}{4}$ saanen created in Semiarid, with the aid of thermography. 18 goats were used, 9 saanen pure and crossbred 9, distributed delineation entirely randomized in factorial 2x2 (two races and two shifts), with 18 repetitions. The variance analysis showed effect of shift ($P < 0.05$) for rectal temperature, surface temperature and the temperature gradients were observed in the afternoon the largest average rectal temperature and surface temperature and in the morning to gradients. There was no effect of race for any of the parameters studied, except for respiratory frequency. Race saanen proved less tolerant of semi-arid climatic conditions than the crossbred $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ Boer, reflecting the need for more research related to the management and installations for these animals.

Keywords: adaptability, environment, goats, precision, animal science

CAPÍTULO III

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o destaque que a condição ambiental mundial tem ganhado, frente às diversas mudanças climáticas, e com a elevada necessidade que o conhecimento científico tem tido de chegar até o setor produtivo, as 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, com caprinos e ovinos aumentou muito nos últimos anos, tendo a produção científica brasileira aumentado cinco vezes mais que a mundial, evidenciando o grande 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).

A produção caprina é influenciada pelos sistemas de produção e fatores climáticos, que podem provocar alterações fisiológicas e interferir na produtividade animal (SILVA et al., 2005).

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 termoneutralidade para os animais. Desta forma, uma das alternativas utilizadas para evitar ou amenizar o estresse térmico causado pela radiação solar é o uso de sombreamento, que diminui a incidência da radiação direta, beneficiando o conforto térmico, favorecendo o controle homeotérmico e o comportamento de pastejo (TITTO, 2006; GLASER, 2008).

Os estudos bioclimatológicos servem com ferramenta fundamental para contribuir com a defesa e seleção de animais mais adaptados às condições climáticas do semiárido. 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. Assim o estudo das variáveis ambientais e fisiológicas tem o papel de diagnosticar o melhor ambiente e a espécie mais adaptada a determinada região.

Todos os corpos com temperatura acima do zero absoluto (-273°C) 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 cabras saanen e seus mestiços, criadas em sistema de confinamento no semiárido paraibano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

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 $32,9^{\circ}\text{C}$ e mínima de $20,8^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992) e também por 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.

2.2 Animais e Instalações

Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 fêmeas puras da raça saanen com peso vivo médio inicial de 21,68 Kg e peso vivo médio final de 25,29 Kg, e 9 mestiças $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer com peso vivo médio inicial de 19,66 Kg e peso vivo médio final de 21,30 Kg, criadas em sistema intensivo recebendo água *ad libitum* e duas diferentes dietas experimentais. Antes de iniciar o experimento os animais foram identificados com brincos, vermifugados, pesados e alojados em baias individuais construídas em madeira, e que apresentavam 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 um comprimento de 11m e uma largura de 6m, com um corredor central de 1,5m de largura e pé direito de 2,5m. Figura 1.

Os animais receberam ração em quantidade que permitiu sobra diária de cerca de 20% do oferecido, sendo submetidos a um período de adaptação ao manejo, às instalações e aos tratamentos durante 15 dias. Durante o período experimental, os animais foram pesados a cada sete dias após jejum noturno de alimento sólido e líquido e receberam, sempre que necessário aplicações de vermífugo com a finalidade de controlar os ecto e endoparasitos.

Diariamente as instalações foram higienizadas, retirando-se todas as excretas (fezes e urina) dos animais e também as sujidades provocadas pela manipulação da ração, de modo a permitir um ambiente livre de ecto-parasitas e de fontes de infecção para os animais.



FIGURA 1: Baias Experimentais

2.3 Delineamento Experimental

Foram utilizadas 18 cabras, sendo 9 puras saanen e 9 mestiças $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{3}{4}$ Bôer, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x2 (dois grupos genéticos e dois turnos), com 18 repetições.

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.

2.4 Manejo alimentar

Foram fornecidas para os animais duas diferentes dietas experimentais: **Dieta 1** composta de feno de capim Andrequicé (*Leersia hexandra* S.W.) e ração concentrada ajustada a base de farelo de milho (17,90%), farelo de soja (10,60%), mistura mineral (1%) e fosfato bicálcico (0,5%); **Dieta 2** 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%), sendo que todas as dietas tiveram uma proporção de 70% de volumoso e 30% de concentrado. A composição bromatológica dos ingredientes está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Composição bromatológica dos principais ingredientes utilizados nas rações experimentais

Composição (% MS)	Feno de capim Andrequicé	Feno de capim Tifton	Farelo de milho	Farelo de soja
MS	87,68	85,44	90,55	90,25
MM	16,54	8,95	1,78	6,96
MO	83,46	91,05	98,22	93,04
PB	10,41	12,24	8,54	49,64
FDN	74,17	80,80	-	-
FDA	46,70	44,46		
EB(Mcal/kg)	4,651	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,

As dietas foram ajustadas 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, recebendo o alimento à vontade, o qual era pesado e ajustado diariamente para permitir sobras de aproximadamente 20% do peso do alimento consumido no dia anterior. A suplementação mineral foi ajustada de modo a atender as recomendações mínimas exigidas de acordo com o NRC (2007) para um GPMD de 100 g. 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.

TABELA 2 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

”...continua...”

Vit. A	135.000,00 UI
Vit. D3	68.000,00 UI
Vit. E	450,00 UI

A água foi fornecida *ad libitum*, e em cada baía foi colocado um balde com água. Os baldes foram fixados nas baias, evitando-se assim as perdas de água por derramamento e também o alcance do balde por outro animal que não o da baía correspondente. Também foram feitas limpezas diárias dos baldes, antes destes serem preenchidos por água. A água fornecida aos animais estava sempre em temperatura ambiente.

2.5 Parâmetros ambientais

As variáveis ambientais temperatura do ar ($T^{\circ}\text{Ar}$), 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 equipamento é um dispositivo eletrônico que registra os dados ao longo do tempo e funciona como uma estação meteorológica automática. O datalogger foi programado, através de seu software, 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.

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

2.6 Parâmetros Fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS), e foram aferidos nos turnos da manhã e tarde nos horários de 08:00 e 15:00 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. Figuras 2 e 3.



FIGURA 2: Aferição da FR com auxílio de um estetoscópio flexível.



FIGURA 3: Aferição da TR através da introdução do termômetro na ampola retal do animal.

A temperatura superficial de cada animal foi obtida através uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25) com calibração automática, quando os animais permaneceram imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, evitando causar possível estresse nos mesmos. 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 (tronco e pescoço), considerando-se a emissividade de 0,98. Figuras 4,5 e 6.



FIGURA 4: Câmera Termográfica modelo Fluke Ti 25

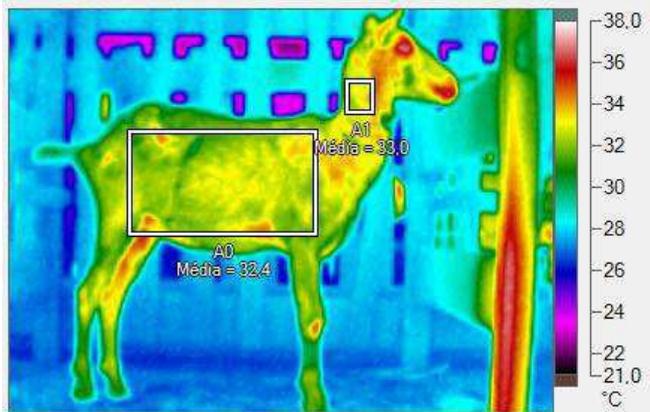


FIGURA 5: Imagem termográfica de um animal; marcadores mostrando onde foi selecionada as TS (tronco e pescoço).



FIGURA 6: Imagem de luz visível.

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

A temperatura ambiente no turno da tarde ($34,65^{\circ}\text{C}$) 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 semelhantes, mas inferiores ($27,12$ e $32,06^{\circ}\text{C}$ 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.

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
TA (°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 5% de probabilidade.

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 a 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.

Segundo Santos (1993), as instalações caracterizam conforto térmico para os animais quando apresentam médias de ITGU abaixo de 74,0 que delimita a situação de conforto e de alerta.

De acordo com Hahn (1985) e Barbosa e Silva (1995), o valor do ITGU de 70 ou menos mostra uma condição normal; valores entre 71 e 78 indicam uma condição crítica; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente. Nesse contexto, analisando os dados obtidos nesta pesquisa, pode-se inferir que nenhum dos horários pesquisados apresentam condição normal, que no turno manhã a condição é considerada crítica e no turno da tarde considera-se uma condição de emergência.

Analisando os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer, 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 (URmanhã = 73,84 %; URtarde= 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.

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 $\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ 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
$\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer	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 5% de probabilidade.

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 + $\frac{3}{4}$ boer, 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, fato não confirmado por Arruda e Pant (1984), Kaushish et al. (1987) e Medeiros et al. (1989). 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 maior estresse deste grupo 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 mais acentuado 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 Schimidt-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 (SCHIMIDT-NIELSEN,1996). Contudo a literatura tem demonstrado que o ciclo da temperatura é regido pela iluminação (ciclo da luz).

A temperatura corporal apresenta um dos mais notáveis ritmos circadianos dos mamíferos (CIPOLLA-NETO et al., 1988). Entretanto, sob o processo de estresse calórico no turno da tarde, há uma marcante variação da TR e uma conseqüente 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 o 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 Boer.

Concordando com a presente pesquisa, Medeiros et al.(2001), verificou que a evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso homeotérmico utilizado com maior intensidade pelas raças do tronco europeu. Já a raça do tronco africano 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 mecanismos menos estafantes do que a aceleração da frequência respiratória, como por exemplo, dissipação por condução, convecção e radiação.

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, pois segundo Smith (2006), o valor médio esperado para caprinos jovens é de 50 movimentos respiratórios por minuto, com variações entre 40 e 65 mov./min.

Ao analisar os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Boer 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 revelou que não houve 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, como mostra a figura 7, concordando com o observado por Souza et al., (2005) e Santos et al.,(2006). Verifica-se na Figura 7 que há uma correlação negativa entre o gradiente TR-TS e a FR.

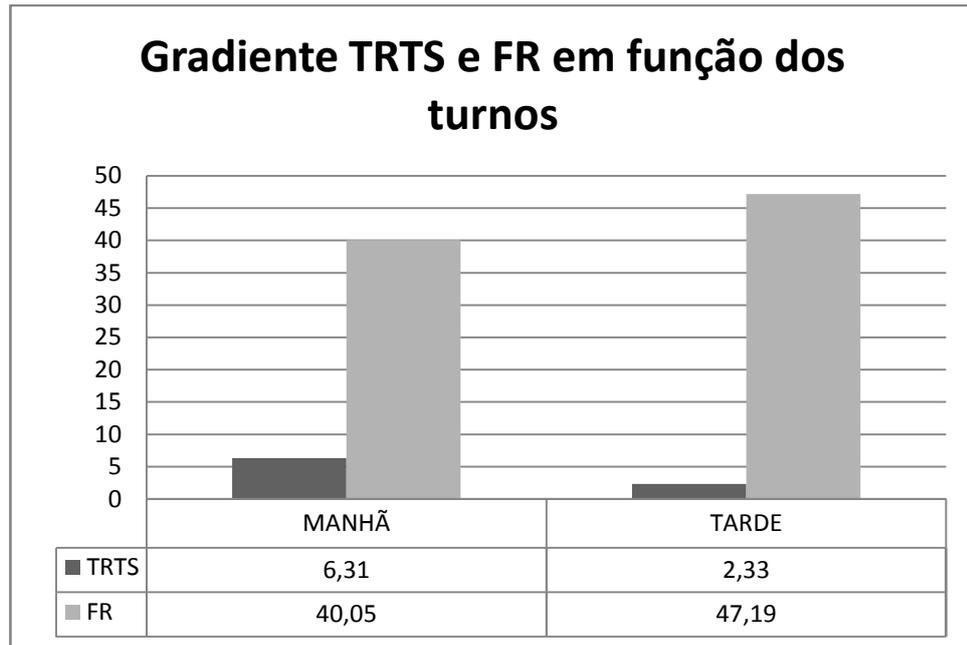


FIGURA 7. Gradiente térmico entre a temperatura retal e a temperatura superficial (TRTS) e a frequência respiratória (FR), nos turnos manhã e tarde.

Com relação às variáveis pesco, cost, garu, coxa e ventre não houve efeito significativo de grupos genéticos, apresentando somente diferença significativa entre turnos.

Para a variável globo, 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 o 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 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	$\frac{1}{4}$ saanen + $\frac{3}{4}$ bôer	CV %
TS	Manhã	32,42 Ab	32,11 Ab	1,4
	Tarde	36,64 Aa	37,06 Aa	
TSTA	Manhã	4,3 A a	3,99 A a	15,25
	Tarde	1,99 Ab	2,41 A b	
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.

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, tendo o grupo saanen apresentado uma média de TS de 32,42°C e o grupo das mestiças uma média de 32,11°C, ambos pela manhã; e pela tarde o grupo saanen apresentou uma média de 36,64°C e o grupo das mestiças, uma média de 37,06°C. 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 raças estudadas.

Já com relação aos turnos, observa-se que houve diferença significativa, tendo o turno da tarde apresentado as maiores médias, tanto no grupo das puras quanto no das mestiças, indicando a influência direta da temperatura ambiente sobre a TS.

Concordando com esta afirmação, Eustáquio Filho et al. (2011), observa 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.

Para Silva (2008), a TS juntamente com a temperatura ambiente e a temperatura das diferentes partes do corpo determinam a eficiência do processo de manutenção da homeostase.

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.

Em trabalho para determinar a temperatura superficial e o índice de tolerância ao calor de caprinos (F1) resultantes de cruzamentos entre reprodutores das raças Boer, Savana, Kalarari, Anglo-Nubiana e Moxotó, com matrizes caprinas SRD da região semiárida paraibana, Souza et al., (2008) verificou 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 o 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, dos dois grupos genéticos, verificou-se que houve diferença estatística para o gradiente TS-TA, sendo observada as maiores médias no turno da tarde. No grupo das saanen, verificou-se médias de $4,3^{\circ}\text{C}$ e $1,99^{\circ}\text{C}$ nos turnos manhã e tarde, respectivamente. Já para o grupo das mestiças foram observadas médias de $3,99^{\circ}\text{C}$ e $2,41^{\circ}\text{C}$ 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 fronte, não houve efeito de grupos raciais.

Comparando-se os turnos nos dois grupos genéticos estudados, 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 semelhantes também foram observados por Santos et al. (2005) e Sousa et al. (2008).

4 CONCLUSÕES

Apesar de manter a temperatura retal dentro dos níveis normais para a espécie, os animais puros da raça saanen são mais susceptíveis às condições climáticas do semiárido do que as mestiças $\frac{1}{4}$ 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.

É necessário o desenvolvimento de mais pesquisas para melhorar as condições de manejo e de instalações, visando promover o conforto térmico e o aumento da produção desses animais no semiárido.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, F. de A. V.; PANT, K. P. Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 379-385, 1984.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico**. Viçosa, UFV. Universidade de Viçosa. 1997. 246p.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Industria Animal**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas (1961-1990)**. Brasília:EMBRAPA/SPI, 1992. 84p.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v. 24, n. 3, p. 711-714, May/June 1981.

CIPOLLA-NETO, J.; MARQUES, N.; MENNABARRETO, L. S. **Introdução ao estudo da cronobiologia**. Icone-EDUSP. 1988

CORDÃO, M.A.; SOUZA, B.B.; PEREIRA, G.M.; BAKKE, O.A.; SILVA, A.M.A. Respostas fisiológicas de cordeiros santa inês em confinamento à dieta e ao ambiente físico no trópico semiárido. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 01 janeiro/março 2010 p. 47 – 51.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; SANTOS, P.E.F.; SILVA, M.W.R.; MURTA, R.M.; CARVALHO, G.G.P.; SOUZA, L.E.B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.

FEITOSA, F. L. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004. p. 81.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. Pirassununga, 2008. 117 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, USP.

GOMES, C.A.V.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N.; SILVA, D.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos

parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.2, p.213–219, 2008.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock: Ungulates**. Boca Raton: CRC Press Inc.,1985. v. 2. p.151-174, 1985.

KAUSHISH, S. K.; GEORGIE, G. C.; SENGUPTA, B. P. Effect of heat and water restriction on physiological responses of Beetal and Black Bengal goats. **Indian Journal of Animal Sciences**., v. 57, n. 5, p. 461-465, 1987.

KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; GURDIL, G.A.K; PINAR, Y.; SELVÍ, K.C. Applications of infrared thermography in animal production. **J. of Fac. Of Agric., OMU**, 22(3): 329-336, 2007.

KOTRBA, R.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.355–359, 2007.

LEITE, J.R.S.; FURTADO, D.A.; LEAL, A.F.; SOUZA, B.B.; SILVA, A.S.; 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.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L de S.; SOUSA, J. C. D. de. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos e ovinos. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v. 12, n. 1-2, p. 65-72, 1989.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; SCHERER, P.O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, 2001.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; SCHERER, P.O.; OLIVEIRA, C.A.; ALMEIDA, J.C.C. Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v. 9, n. 1, p. 32-35, jan./abr. 2002.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; OLIVEIRA, C.A.; MELLO, M.R.B.; LOPES, P.R.B.; SCHERER, P.O.; FERREIRA, M.C.M. 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,v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

MONTANHOLI, Y.R.; ODONGO, N. E.; SWANSON, K. C.; SCHENKEL, F. S.; McBRIDE, B. W.; MILLER, S. P. 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**, v.33, p.468–475, 2008.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

NÓBREGA, G.H.; SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; MANGUEIRA, J.M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 67 - 73 janeiro/março de 2011.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SMALL RUMINANTS – NRC. **Sheep, goats, cervids and new words camelids. National Academy Press.** Washington, DC, 362p. 2007.

RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; BIAGIOLI, B.; LIMA, L.D.; BOAVENTURA NETO, O.; PEREIRA JUNIOR, J.D. Progresso científico em pequenos ruminantes na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.369-375, 2010.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, A. C. **Análise de diferentes tipos de bezerreiros individuais móveis, para duas estações de outono e inverno na região de Viçosa.** Viçosa: UFV, 1993. 99p. Dissertação Mestrado

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P; CÉZAR, 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. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS, J.R.S.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. 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**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 995-1001, set./out., 2006.

SCHIMIDT-NIELSEN, K. (1996). **Fisiologia animal: Adaptação e Meio Ambiente.** 5a ed. Livraria Editora Santos. Cambridge University Press. 600p. il.

SILVA, R.G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.

SILVA, R. G.; STARLING, J. M. C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1956-1961, 2003.

SILVA, G. A.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P. et al. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semi-árido paraibano. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, PB, v.1, n.1, p.7- 14, 2005.

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental: Os animais e seu ambiente**. Jaboticabal, SP: Editora FUNEP, 2008. v.1. 300 p.

SILVA, E.M.N.; SOUZA,B.B.; SOUSA, O.B.; SILVA, G.A.; FREITAS, M.S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 142-148, abr.-jun., 2010.

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, v. 24, n. 4, p. 195-199, out.-dez., 2011.

SMITH, B. P. **Medicina interna de grandes animais**. 3. ed. Barueri: Manole, 2006. 1728 p.

SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semi-Árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184. 2005.

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. **Ciência e Agrotecnologia**. v.32, n.1, p.275- 280, 2008.

SOUZA, B.B.; LOPES, J.J.; ROBERTO, J.V.B. et al. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ saanen + $\frac{1}{2}$ boer no semiárido paraibano, **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 02 abril/junho 2010 p. 47 – 51.

SOUZA, B.B.; ASSIS, D.Y.C.; SILVA NETO, F.L.; ROBERTO, J.V.B.; MARQUES, B.A.A. 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**. v.6, n.1, p. 77 - 82 janeiro/março de 2011.

TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recursos de sombra e tolerância ao calor**. Pirassununga, 2006. 53 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, USP.