



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS SOBRE
PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM CABRAS MESTIÇAS**

EDNA MARIA QUEIROZ DE FREITAS

Campina Grande - PB

2014

EDNA MARIA QUEIROZ DE FREITAS

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS SOBRE
PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM CABRAS MESTIÇAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

ORIENTADOR:

Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS - UFCG/CTRN/UAEA

Campina Grande – PB

2014

A meus pais, JUAREZ OLÍMPIO DE QUEIROZ e FRANCISCA LÚCIA DE QUEIROZ, pelo amor, carinho, confiança e dedicação que me proporcionaram em todos os momentos e fases da minha vida.

A minha irmã, Elizabeth Suel Queiroz Marciel de Carvalho, pelo carinho e apoio em todos os momentos difíceis nesta jornada.

A meu irmão, Jean Carlos Olímpio de Queiroz, por estar presente em todos os momentos.

A minhas cunhadas e comadres, Jozete Maria Gomes de Freitas e Ana Antonia Gomes de Freitas, pela amizade e incentivo.

A toda minha família, pelas contribuições para o êxito deste trabalho.

OFEREÇO

A meu querido esposo, JOÃO ANTONIO GOMES DE FREITAS, pelo amor, estímulo, companheirismo, paciência, orientação e contribuição durante a experimentação e confecção deste trabalho.

A meus filhos, JOÃO GOMES DE FREITAS NETO, JOÃO ANTONIO GOMES DE FREITAS JÚNIOR e JANINE LARISSA QUEIROZ GOMES DE FREITAS, pelas contribuições, estímulo e apoio.

A meus netos, JOÃO ANTONIO GOMES DE FREITAS NETO e MARIA LARA LIMA GOMES DE FREITAS, por fazer parte da minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e a seu Filho Unigênito, pelo amparo nos momentos de incerteza e por me terem guiado firmemente por caminhos retos e luminosos, em todas as etapas da minha vida.

A Mãe Rainha e Vencedora Três Vezes Admirável pela sua proteção.

A Santo Expedito, por me ajudar a superar as horas difíceis

À Universidade Federal de Campina Grande e à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, na pessoa do professor Dr. Juares José Gomes, pela concessão de alguns animais e das instalações para realização da pesquisa.

À coordenação do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

Ao amigo, professor Dr. Renilson Targino Dantas, pela orientação acadêmica, atenção e disponibilidade sempre presente ao longo do curso e desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu amigo e professor Dr. Patrício Marques de Souza, pela amizade, dedicação, orientação, incentivo e presença constante em todas as fases deste trabalho.

Ao Professor Dr. Juares José Gomes, do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela amizade e colaboração em prol da elaboração deste trabalho.

Aos funcionários do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelas contribuições.

Ao Professor Dr. Venezio Felipe dos Santos, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA–Recife), pela contribuição e orientação no processamento dos dados estatísticos.

Ao ex-aluno, cunhado, médico veterinário Dr. Danilo Araújo Cabral pelas suas a contribuições para este trabalho.

Aos professores das disciplinas cursadas no programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pela dedicação durante a formação acadêmica.

Aos funcionários do Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LACRA) pela atenção recebida.

À secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Aparecida, Gilson e Izaias, pela nossa amizade e convívio.

Ao amigo e Companheiro João Antonio Gomes de Freitas, pelo incentivo, dedicação e apoio, em todas as horas.

Ao meu genro e amigo Carlos André de Barros Rego, pelo carinho, apoio e contribuição.

À amiga Janaina Soares, pela amizade, companheirismo e contribuição.

Aos colegas de curso, João Antonio, Janaína, Mércia, José Roberto, Lívio, Daniele Lopes, Elias, Tiago, Rafinha, Serjão, Rodolfo, Fabrícia, Betânia, Leidiane, Priscila, Tiago e Daniele Amâncio, pela agradável convivência e amizade.

Ao Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo apoio.

Aos funcionários do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas Elisa, Vicente, Thamara, Marcos, Edson, Soares, Eliete e Bernadete, pela amizade e contribuições.

A Dayana Lima, pelas valiosas contribuições.

Ao Laboratório de Pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), da Universidade Federal da Paraíba, na pessoa do professor Patrício Marques de Sousa, pela valiosa contribuição nas análises realizadas.

Aos estagiários Alexandre, Álvaro, Artur, Camila, César, Silas, Duílio, Edvan, Yaala, Izaldo, Izaque, Jeferson, Jonathan, Kilma, Maytenes, Rubiane, Sheila, Xênia e Karina, pelo carinho e valiosa contribuição.

A todos quanto, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

MUITO OBRIGADA

SUMÁRIO

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Lista de Abreviaturas e Siglas

Resumo

Abstract

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1. Objetivo geral	03
2.2. Objetivos específicos	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1. Estresse térmico em caprinos	04
3.2. Parâmetros ambientais	11
3.2.1 Temperatura ambiente	11
3.2.2. Umidade relativa do ar	13
3.2.3. Índice de temperatura de globo negro e umidade	15
3.3. Parâmetros fisiológicos	17
3.3.1. Temperatura retal	19
3.3.2. Frequência respiratória	22
3.3.3. Frequência cardíaca	26
3.3.4. Temperatura superficial	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1. Período e local do experimento	32
4.2. Distribuição e manejo dos animais	33
4.3. Parâmetros ambientais	35
4.4. Cálculo dos índices de conforto ambiental	36
4.5. Parâmetros fisiológicos	37
4.6. Análise Estatística	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Parâmetros ambientais	41
5.1.1. Temperatura ambiente (TA) estação seca	41
5.1.2. Umidade relativa (UR) estação seca	42

5.1.3. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) estação seca	43
5.1.4. Temperatura ambiente (TA) estação chuvosa	44
5.1.5. Umidade relativa (UR) estação chuvosa	45
5.1.6. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) estação chuvosa	45
5.2. Parâmetros fisiológicos	47
5.2.1. Frequência cardíaca.....	47
5.2.2. Temperatura retal	49
5.2.3. Frequência respiratória.....	50
5.2.4. Temperatura superficial.....	53
5.3. Correlação de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação seca	57
5.3.1. Correlação de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação chuvosa	59
6. CONCLUSÕES	61
7. RECOMENDAÇÕES	62
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias dos parâmetros ambientais temperaturas do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no turno da manhã e da tarde nos ambientes sombra e sol durante a estação seca.....42

Tabela 2 – Médias dos parâmetros ambientais temperaturas do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no turno da manhã e da tarde nos ambientes sombra e sol durante a estação chuvosa.....44

Tabela 3 – Valores médios e desvio-padrão referente aos parâmetros fisiológicos, frequência cardíaca (bat min^{-1}) e frequência respiratória (mov min^{-1}) nas estações seca e chuvosa nos ambientes sol e sombra e nos turnos manhã e tarde.....49

Tabela 4 – Valores médios e desvios-padrão referentes, aos parâmetros fisiológicos frequência respiratória (mov min^{-1}) nas estações seca e chuvosa nos ambientes sol e sombra e nos turnos manhã e tarde51

Tabela 5 – Médias do parâmetro temperatura superficial (TS) nas estações seca e chuvosa, turnos manhã e tarde e ambientes sol e sombra.....54

Tabela 6 – Coeficientes de Correlação (r) de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação seca nos ambientes sol e sombra nos turnos manhã e tarde58

Tabela 7 – Coeficientes de Correlação (r) de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação chuvosa nos ambientes sol e sombra nos turnos manhã e tarde.....60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática da zona de termoneutralidade.....	08
Figura 2 – Mapa de localização de São Lourenço da Mata em Pernambuco.....	32
Figura 3 – Foto de localização de Tiúma em São Lourenço da Mata.....	33
Figura 4 – Amostra dos animais com acesso a sombra.....	34
Figura 5 - Amostra dos animais sem acesso a sombra.....	34
Figura 6 - Instalação com acesso a sombra.....	34
Figura 7 - Instalação sem acesso a sombra.....	34
Figura 8- Datalogger Instrutherm HT 500.....	35
Figura 9 - Globo negro com sensor.....	36
Figura 10 - Termômetro clínico veterinário.....	37
Figura 11 – Estetoscópio.....	38
Figura12 – Termômetro infravermelho Mult temp	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bat.min⁻¹ – Batimento por minuto

° C – Graus centígrados

cm² – Centímetro Quadrado

cm – Centímetro

CODAI – Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas

CS – Com sombra

CTRN – Centro de Tecnologia e Recurso Naturais

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FC – Frequência Cardíaca

FR – Frequência Respiratória

(g) – Grama

h – Hora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPA – Instituto de Pesquisa Agropecuária

ITGU – Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade

Kg – Quilograma

Km² – Quilômetro ao quadrado

LACRA – Laboratório de Construções Rurais e Ambiência

m- metro

m² – metro ao quadrado

mm - milímetro

Mov.min⁻¹ – Movimentos por Minuto

SS – Sem sombra

TA – Temperatura Ambiente

TGN – Temperatura de Globo Negro

TR – Temperatura Retal

TS – Temperatura Superficial

Tpo – Temperatura de Ponto de Orvalho

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UR – Umidade Relativa do Ar

% - Porcentagem

INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS SOBRE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS EM CABRAS MESTIÇAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de condições ambientais sobre parâmetros fisiológicos em cabras mestiças no período de janeiro a março de 2012, correspondendo ao período seco e maio a julho de 2012, referente ao período chuvoso. Foram utilizadas 10 cabras mestiças Anglo-Nubiana, com peso vivo médio de 60 Kg e idade média de 36 meses. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 2 distribuídas em dois tratamentos com sombra e sem sombra (CS e SS), turno (manhã e tarde), nos períodos seco e chuvoso, com dez repetições. Em um período de adaptação de 14 dias. Os fatores ambientais temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho e temperatura de globo negro, para cálculo do índice de temperatura do globo negro e umidade foram obtidos a cada duas horas no microclima de cada tratamento, por dataloggers. Os parâmetros fisiológicos temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura da superfície corporal, foram aferidos duas vezes por semana nos turnos manhã (9 h) e tarde (15 h). Concluiu-se que em situação de desconforto térmico, no período da tarde, as cabras mestiças Anglo-Nubiana manteve a temperatura retal dentro dos limites normais em detrimento do aumento dos batimentos cardíacos e elevou a frequência respiratória como forma de dissipação de calor para manter a homeotermia. As variações dos parâmetros fisiológicos em cabras mestiças Anglo-Nubiana, demonstrou boa adaptabilidade. Os turnos e o uso de sombreamento exerceu efeito sobre os parâmetros ambientais e fisiológicos (conforto térmico) para caprinos.

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN GOATS CROSSBRED

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the influence of environmental conditions on physiological parameters in crossbred goats in the period January to March 2012 corresponding to the dry season and from May to July 2012 corresponding to the rainy season. 10 Anglo-Nubian crossbred goats were used, with an average body weight of 60 kg and an average age of 36 months. We used a completely randomized design (DIC) in a 2 x 2 factorial arrangement in two treatments with shadow and without shadow (CS and SS), shift (morning and afternoon) in the dry and rainy periods with ten repetitions. Adaptation period of 14 days. Environmental factors, air temperature, relative humidity, dew point temperature and black globe to calculate the index of the black globe temperature and humidity were obtained every two hours on the microclimate of each treatment, dataloggers. Physiological parameters, rectal temperature, respiratory rate, heart rate, and temperature of the body surface were measured twice a week in shifts morning (9 am) and late (15 h). It was concluded that in a situation of thermal discomfort in the afternoon, the Anglo-Nubian crossbred goats kept rectal temperature within normal limits at the expense of increased heart rate and increased respiratory rate as a means of dissipating heat to maintain homeothermy. Variations in physiological parameters in crossbred Anglo-Nubian goats, showed good adaptability. Shifts and the use of shading effect exerted on the environmental and physiological parameters (thermal comfort) for goats.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil ocupa uma área de 1.219.021,50 km², a qual representa 18,2 % do território brasileiro IBGE (2010), com rebanho caprino estimado em 14 milhões de animais, o que colocou o Brasil em 18^º lugar do ranking mundial de exportações. Grande parte do rebanho caprino encontra-se no Nordeste, com ênfase para a Bahia, Pernambuco, Piauí e Ceará (MAPA, 2014).

O Brasil é um país predominantemente de clima tropical, com altas temperaturas durante o ano na maior parte do seu território, o que provoca estresse térmico por condições climáticas adversas que podem afetar a produção nos mais variados níveis justificando a crescente preocupação com o conforto animal.

A região se caracteriza por alterações do clima, com períodos irregulares de chuva e secas prolongadas, elevadas temperaturas, altos níveis de insolação e evaporação durante todo o ano, interferindo na produção de alimentos.

A exploração de caprinos tem buscado a introdução de novas técnicas de instalações, manejo e de melhoramento. O uso de tecnologias produtivas vem aumentando a expectativa de crescimento da produtividade ressaltando-se a necessidade em se manter os animais adaptados às adversidades climáticas, para servirem como base aos programas de melhoramento.

Em uma exploração animal o principal objetivo é uma produtividade maior com o máximo de eficiência e baixo custo aproveitando toda a potencialidade dos animais dentro dos recursos existentes. Com a crescente demanda de produtos de origem animal para a alimentação humana, vem aumentando a expectativa de

crescimento da produtividade ressaltando-se a necessidade de se manter os animais adaptados às adversidades climáticas. Entretanto, novas práticas zootécnicas podem causar desconforto aos animais em detrimento de sua produção e saúde. Para evitar ou atenuar o efeito de possíveis estressores e proporcionar ambientes mais favoráveis para o desempenho animal, há necessidade de se intensificar os estudos sobre estresse.

O estresse animal pode ser de origem climática, nutricional ou devido a problemas provocados por alterações fisiológicas, patológicas ou tóxicas. Dentre essas causas condições climáticas inadequadas têm-se destacado por provocar redução no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

De acordo com Baêta e Souza (2010) a proteção aos animais pode ser feita de forma artificial podendo, de acordo com suas características de isolamento térmico, absorção e refletividade da radiação solar, reduzir aproximadamente 30 % da carga térmica radiante quando comparado à carga radiante recebida pelo animal ao ar livre.

Quando submetidos a ambientes quentes os animais homeotérmicos empregam vários mecanismos termorreguladores visando atingir o equilíbrio térmico mecanismos que visam à dissipação de calor a fim de evitar o superaquecimento; inicia-se, então, a vasodilatação generalizada com aumento do fluxo sanguíneo periférico, sudorese e elevação do ritmo respiratório; assim, alterações na temperatura retal e frequência respiratória têm sido os dois parâmetros mais utilizados como medida de conforto e adaptabilidade do animal a ambientes adversos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência do estresse térmico sobre os parâmetros fisiológicos em cabras mestiças.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar os índices ambientais
- Monitorar os parâmetros fisiológicos
- Avaliar os resultados do experimento entre conforto e estresse térmico
- Correlacionar a influência dos parâmetros fisiológicos com os parâmetros ambientais

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Estresse térmico em caprinos

O clima é o fator ambiental que mais exerce efeito no bem-estar e na influência no comportamento; constitui fator regulador da produção animal e na escolha de raças fisiologicamente adaptadas. As variáveis climáticas causam efeitos diretos e indiretos nos caprinos que refletem no desempenho produtivo e reprodutivo (BROOM e MOLENTO, 2004). Nas regiões de clima tropical o estresse térmico é um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento dos animais (PEREIRA, 2005).

O meio ambiente influencia em muitos aspectos da produção caprina; é de grande importância a fomentação dos estudos sobre os efeitos das variáveis climáticas no desempenho animal e suas interações com práticas de manejo. A ação isolada ou a interação das variáveis climáticas, atua sobre os caprinos na ocorrência de doenças infectocontagiosas e parasitárias (MARQUES, 2001).

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, o calor produzido (termogênese) pelo metabolismo animal é perdido (termólise) para o meio ambiente sem prejuízo apreciável do seu rendimento. Quando isto não ocorre caracteriza-se estresse por calor e o uso de artifícios capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente torna-se necessário (PIRES e CAMPOS, 2009).

Um ambiente estressante provoca várias respostas dependendo da capacidade do animal para se adaptar. Em determinadas situações ambientais o animal pode manter todas as suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, estabelece prioridades. É importante mencionar que a função vital prioritária do animal é a manutenção (sobrevivência). Mas tanto a manutenção quanto a reprodução e a produção vão sendo suprimidas à medida em que o ambiente se torna mais severo (SOUZA et al., 2012).

Para Pereira (2005) um animal é considerado em estado de estresse quando se fazem necessários ajustes (naturais ou artificiais) em seu comportamento e funções fisiológicas, com a finalidade de facilitar a expressão de seu genótipo e fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente. Um agente estressor é definido como fator individual, natural ou artificial, endógeno ou exógeno, que contribui, direta ou indiretamente, para o estresse do indivíduo.

O ambiente térmico representado pela temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e pela radiação solar, afeta diretamente os animais quando em níveis elevados podendo provocar estresse nos mesmos, que buscam ajustar-se aumentando a dissipação de calor através principalmente da termólise cutânea e da respiratória. A relação entre os animais e o ambiente térmico começa com a zona de termoneutralidade, que é a faixa de temperatura na qual o custo fisiológico é mínimo, a retenção da energia da dieta e o desempenho produtivo esperados são máximos (SILVA, 2000).

Os caprinos são animais classificados como homeotérmicos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante dentro de uma ampla faixa de temperatura ambiente; isto ocorre com mínima mobilização dos mecanismos de termorregulação; assim, o animal não

sofre estresse por calor ou frio e ocorre o mínimo desgaste além de apresentar melhores condições de saúde e produtividade. Dentro da zona termoneutra o animal mantém uma variação normal de temperatura corporal e de frequência respiratória (SIVA et al., 2010).

O estresse provocado por condições climáticas adversas podem afetar a produção nos mais variados níveis justificando a crescente preocupação com o conforto animal já que o Brasil é um país predominantemente de clima tropical, com altas temperaturas médias durante o ano na maior parte do seu território, o que provoca o estresse térmico (JOCA et al., 2003).

O uso de tecnologias produtivas vem aumentando a expectativa de crescimento da produtividade, ressaltando-se a necessidade em se manter os animais adaptados às adversidades climáticas já que a interação entre animais e ambiente deve ser fortalecida quando se busca maior eficiência na exploração pecuária em virtude das variáveis fisiológicas poderem ser afetadas pelas variações climáticas colocando em risco o aumento da produção (SILVA et al., 2006).

De acordo com Tito (1998) a zona de conforto térmico é a faixa de temperatura ambiente dentro da qual o animal homeotérmico praticamente não utiliza seu sistema termorregulador, seja para promover termólise ou termogênese, elevando a eficiência produtiva.

A temperatura ambiente abaixo da qual o animal aciona os mecanismos termorreguladores para produzir o calor necessário que permita balancear a perda para o ambiente, é considerada temperatura crítica inferior e a temperatura crítica superior é a temperatura acima da qual ocorre termorregulação no sentido de auxiliar o animal na perda do calor corporal para o ambiente. BAËTA e SOUZA

(2010) recomendam que a zona de conforto térmico para caprinos deve situar-se entre 20 °C e 30 °C, sendo que o comportamento animal pode ser modificado de acordo com a temperatura ambiente efetiva. Em altas temperaturas condições predominantes no Nordeste brasileiro, os animais reduzem o consumo de alimento na tentativa de diminuir a taxa metabólica reduzindo a temperatura corporal.

O estresse térmico ocorre quando a carga calórica do animal é maior que sua capacidade de dissipação de calor produzido internamente, mais a do ambiente, que é composto pela temperatura, umidade relativa e pelo movimento do ar, além da radiação solar (GOMES, 2008).

Os animais homeotérmicos domésticos se comportam como sistema termodinâmico que continuamente troca de calor com o meio, variações térmicas no ambiente externo podem causar alterações no seu ambiente interno (organismo), tendo como consequência modificações em seus padrões hormonais e balanço nutricional levando a diminuição da produtividade (FERREIRA et al., 2006).

Verifica-se, na Figura 1, a curva de produção de calor *versus* temperatura ambiental podendo-se identificar a faixa de manutenção da homeotermia em que os animais utilizam o mínimo de energia para se defender do calor ou frio. A localização desta faixa varia conforme a temperatura ambiente, o tamanho do animal, manejo, aspectos nutricionais e a estrutura física da instalação. A temperatura ambiente, representada no eixo horizontal, incorpora o efeito da irradiação, do vento e da umidade relativa. A zona BC corresponde à faixa de temperatura ambiente em que o animal exerce o menor esforço de termorregulação (maior eficiência térmica), chamada zona de conforto térmico. O

ponto A, chamado temperatura crítica inferior, é aquele em que o animal aciona os mecanismos de produção de calor sensível, de modo a manter o equilíbrio térmico interno, enquanto o conhecido como de ponto D, temperatura crítica superior, é aquele em que o animal aciona os mecanismos de perda de calor e os pontos E e F são os de hipotermia e hipertermia, respectivamente, representando as regiões na quais ocorre óbito, seja pelo frio ou pelo calor.

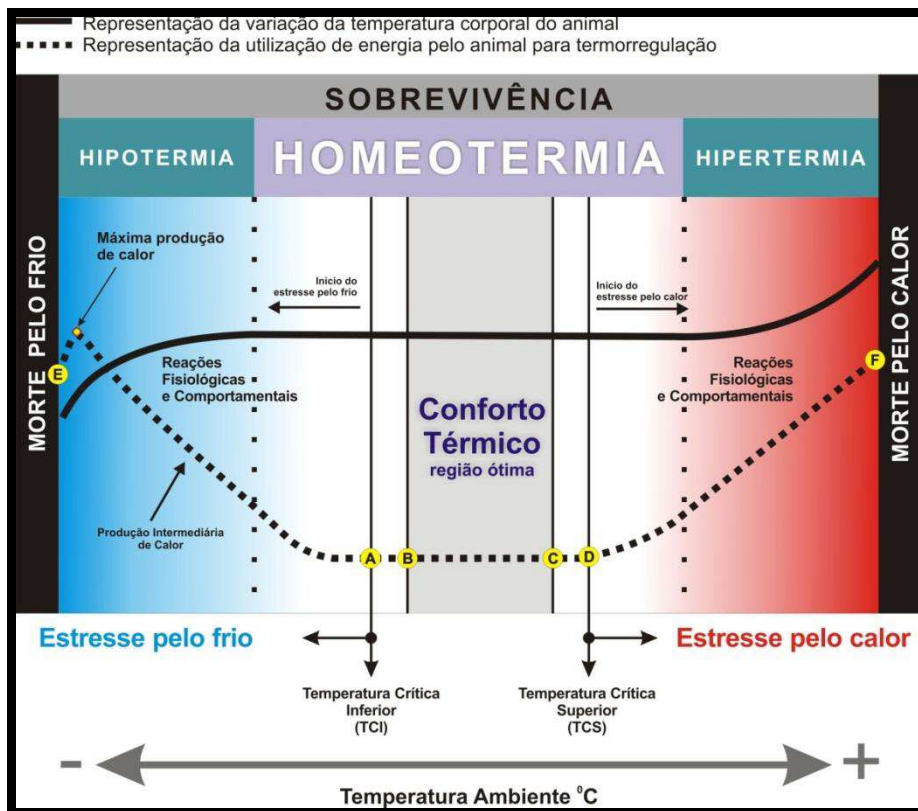


Figura 1- Representação esquemática da zona de termoneutralidade (Adaptado de Pereira, 2005).

As perdas por evaporação, pelas vias respiratórias e cutâneas, consistem na troca de calor mediante a mudança do estado da água de líquido para gasoso e correspondem a 25 % das perdas de calor retirando, do organismo, certa quantidade de calorías, que resulta na redução da temperatura do corpo. À medida em que a umidade do ar aumenta, diminui a perda de calor por evaporação (PEREIRA, 2005).

A elevada umidade do ar provoca saturação do vapor de água que impede as perdas evaporativas. A alternância de fluxo de calor entre dia e noite depende da temperatura ambiente (PEREIRA, 2005).

Os pequenos ruminantes são animais homeotérmicos que dispõem de uma regulação térmica que se adapta à temperatura ambiente mediante a formação e liberação de calor, determinando a manutenção de determinada temperatura corpórea.

A temperatura corpórea dos animais, de acordo com SILVA et al., (2000), depende de vários fatores, como influência exercida pela hora do dia, idade, sexo, trabalho físico e ingestão alimentar.

Os animais são afetados de várias formas pelo ambiente e podem sofrer estresse provocando queda da produção, transtornos reprodutivos, distúrbios comportamentais e alterações fisiológicas.

De acordo com Pereira (2005) cada animal responde às variações climáticas, as quais dependem da intensidade dos fatores, raça, cor, textura da pele, grau de tolerância ao calor, condições nutricionais, genética e do potencial de produção.

O estresse térmico pode ser mensurado através das variáveis fisiológicas, tais como temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura superficial. Mesmo para animais considerados tolerantes ao calor podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (PEREIRA, 2005).

Os caprinos sob estresse térmico elevam a temperatura corporal, aumentam a evaporação respiratória, cutânea e do fluxo sanguíneo periférico (ROBINSON, 2004). Entretanto, quando esses recursos não são suficientes para reduzir a temperatura corporal, sempre que há incremento da temperatura do ar, os processos termorregulatórios perdem a eficácia e o animal vem a óbito, pelo excesso de calor (MARQUES, 2001).

Gomes et al. (2008) citam que o efeito do ambiente térmico em horários da tarde traz temperaturas acima da zona de conforto térmico (ITGU = 85,9) para caprinos; no entanto, animais de raças nativas expressam pelo processo adaptativo à região semiárida, bons desempenhos produtivos e reprodutivos mesmo em condições consideradas acima da zona de conforto. Segundo Silva et al. (2010) recomendam que a zona de conforto para caprinos deva estar entre 20,0 °C e 30,0 °C para temperatura ambiente e umidade relativa do ar entre 50,0 % e 70,0 %.

Souza et al. (2012) concluíram, estudando o impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos, que é necessária novas técnicas para as práticas de manejo em horários do dia e período do ano considerando-se, além da produtividade, o bem-estar animal.

3.2. Parâmetros ambientais

As variações ambientais podem provocar alterações nas respostas fisiológicas dos animais sendo a temperatura retal e a frequência respiratória indicadores diretos do equilíbrio térmico corporal (SANTOS et al., 2004).

De acordo com Paulo (2009) a radiação solar é bastante prejudicial aos animais provocando alterações comportamentais, fisiológicas e produtivas; daí, a grande importância do sombreamento para caprinos de maneira que venha minimizar a atuação direta da radiação solar.

3.2.1. Temperatura ambiente (TA)

A temperatura do ar é considerada um parâmetro ambiental de maior influência sobre o organismo dos animais. Para apresentar boa produtividade, os animais dependem de uma zona de conforto térmico que, para caprinos, deve estar entre 20 °C a 30 °C (BAÊTA e SOUZA, 2010). Para reduzir os efeitos do estresse pelo calor pode-se utilizar algumas estratégias de manejo ambiental, cujas instalações zootécnicas devem amenizar os fatores climáticos, principalmente a temperatura ambiente, que leva ao desconforto térmico (LEITE et al., 2012).

Trabalhando com o efeito da influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados, LEITE et al., (2012), relataram que, com base nas temperaturas ao longo do dia, os índices de conforto ambiental ficaram acima da zona de conforto térmico para caprinos (33,1 °C);

entretanto, esses animais não ultrapassaram a temperatura crítica superior, que é de 35 °C.

Gomes et al., (2008) constataram, estudando o efeito do ambiente térmico e os níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó, que os maiores valores obtidos da temperatura ambiente foram no período da tarde, nos horários das 13 e 15 h (33,8 °C e 33,5 °C) respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por SOUZA et al., (2008a) estudando a temperatura superficial e o índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais, no semiárido nordestino.

Estudando a adaptabilidade de caprinos exóticos naturalizados ao clima semiárido do nordeste brasileiro, SANTOS et al., (2005) observaram que os turnos (manhã e tarde) influenciaram todas as características estudadas para a maioria das raças, em que os valores da tarde sempre foram superiores aos da manhã.

Avaliando respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagens nativas no semiárido paraibano, SOUZA et al., (2013) relataram que as médias das temperaturas ambientes máximas e mínimas foram de 31,4 °C e 24,86 °C, respectivamente, sendo que a mínima caracteriza uma situação de conforto térmico e a máxima ultrapassou a zona de conforto térmico.

Estudando os efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina em câmara bioclimática, BRASIL et al. (2000) verificaram que em ambiente quente, caracterizado por uma temperatura de 33,8 °C, os animais sofreram estresse térmico, reduziram a ingestão de alimentos, aumentaram o consumo de água,

perderam peso, produziram menos leite, 1,02 kg/dia no grupo em termoneutralidade e 0,96 kg/dia para o grupo sob estresse, e as porcentagens de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite sofreram diminuição. Constatou-se, enfim, que para manter a homeotermia as cabras ativaram o sistema respiratório e sudoríparo para perder calor, representando um esforço extra com maior gasto de energia e, conseqüentemente, alteração na produtividade.

3.2.2. Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa do ar (UR) é um parâmetro ambiental que tem grande influência nas trocas de calor em ambientes quentes, em que a perda de calor por evaporação é fundamental à manutenção da homeotermia (LEITE, 2012). De acordo com SILVA (2000) maior pressão de vapor devido à alta umidade do ar causa menor evaporação da água do animal para o meio, tornando o resfriamento do animal mais lento; já menor pressão de vapor, proporciona por sua vez, um resfriamento mais rápido do animal em função da maior evaporação da água através da pele e do trato respiratório.

A umidade relativa varia em função da temperatura do ar diminuindo com o seu aumento. Quando o ar contém certa quantidade de água, é resfriado, sua capacidade de reter água é reduzida, aumentando a umidade relativa até se tornar saturado (PAULO, 2009).

Souza et al. (2013) observaram estudando respostas fisiológicas de caprinos no semiárido paraibano, diferença significativa em função do turno com média superior no turno da manhã (66,94 %) em relação ao turno da tarde (48,42

%). SOUZA et al. (2005) citam em trabalhos com caprinos na região semiárida nordestina, valores de 61 % e 41 % para o período da manhã e da tarde, respectivamente. Segundo BAÊTA e SOUZA (2010) a umidade relativa ideal para a criação de animais domésticos, deve estar entre 50 % e 70 %.

Souza et al. (2010) observaram, pesquisando o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços no semiárido paraibano, que a umidade relativa variou em função do turno, coincidindo com a variação da temperatura, com média superior para o turno da manhã (63 %) a uma temperatura de 29,1 °C em relação ao turno da tarde (40 %) com temperatura de 40,8°C, indicando uma relação inversa com a temperatura ambiente.

Estudando respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana nas condições climáticas do meio norte do Brasil, MARTINS JÚNIOR et al. (2007), encontraram valores de umidade relativa do ar no período chuvoso de 81 % e no período seco 55 %, indicando uma umidade relativa do ar elevada no período das águas, limitando a perda de calor corporal para o meio ambiente, pondo em risco o equilíbrio térmico dos animais e conseqüentemente a produção.

3.2.3. Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para caracterizar ou quantificar as zonas de termoneutralidade, adequadas às diferentes espécies animais apresentando, em uma única variável, tanto os fatores que caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal como o estresse que o ambiente esteja causando. A avaliação da relação básica entre os animais e seu ambiente térmico começa com a zona de termoneutralidade, que é a faixa de temperatura ambiente efetiva dentro da qual o custo fisiológico é mínimo, a retenção da energia da dieta é máxima e o desempenho produtivo esperado é máximo (LEITE et al., 2012).

Vários índices do ambiente térmico têm sido propostos e usados para prever o conforto ou desconforto dos animais em relação a determinado ambiente, dentre os quais se destacam o índice de temperatura de globo negro e a umidade (ITGU), desenvolvido por BUFFINGTON et al. (1981) considerando-se, então, os efeitos da temperatura ambiente, da umidade relativa do ar, do nível de radiação e da movimentação do ar. Segundo SOUSA (2013) o ITGU é o índice que melhor caracteriza o ambiente térmico, incorpora, em um só valor, o efeito de quatro parâmetros ambientais.

O índice de temperatura de globo negro e umidade é indicador das condições térmicas ambientais e pode ser influenciado por vários fatores, entre eles o período do ano (seco ou chuvoso), o turno do dia e a situação do ambiente, se à sombra ou ao sol.

De acordo com a classificação de Baêta e Souza (2010) os valores de

ITGU de até 74 definem a situação de conforto térmico; valores entre 74 e 78 são considerados situação de alerta; de 79 a 84, situação de perigo e acima de 84 situação de emergência.

Souza et al. (2013) observaram, avaliando as respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano, diferenças significativas com médias de ITGU que variam de 75,12 com os animais mantidos à sombra, no turno da manhã e para os animais expostos ao sol, no turno da tarde de 93,10, indicando condição de desconforto térmico para os animais.

Leite et al. (2012) encontraram, estudando a influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados, a TA mais elevada nos horários (12 e 15 h) valores de ITGU (80,4 e 82,9, respectivamente), sendo o horário das 15 h considerado o mais crítico; apesar do elevado valor do ITGU das 15 h, ele ficou aquém dos valores encontrados por SANTOS et al. (2005), SILVA et al. (2006) e GOMES et al. (2008) que trabalharam com caprinos no semiárido nordestino e encontraram valores de ITGU no período da tarde de 85,5; 85,1 e 85,9, respectivamente.

Silva et al. (2006) obtiveram trabalhando com caprinos de raças exóticas na região do semiárido, valores de 77,97 no turno da manhã e na sombra e de 93,58 no período da tarde e no sol, porém AL-TAMIMI (2007) encontrou, em estudos com caprinos em sistema intensivo no sul de Jordan, valores mais reduzidos do índice de temperatura de globo negro e umidade na sombra e no sol, variando de 66,5 a 85,3, respectivamente.

Pereira et al. (2011) constataram, avaliando o comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen, no semiárido paraibano, que o ITGU na sombra nos turnos manhã e tarde, foi de 86,3 e 86,4 e nas condições de sol, de 89,7 e 95,1

em ambos os turnos.

Souza et al. (2010) obtiveram, estudando o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer no semiárido paraibano, valores para ITGU na sombra de 79,8 no turno da manhã e 90,2 à tarde e no sol de 85,3 no turno da manhã e 96,8 no turno da tarde. Portanto, os valores de ITGU dos autores citados revelam uma condição térmica bem acima daquela considerada de conforto, até 74, o que revelou que os animais se encontravam em condições de estresse térmico, tanto na sombra como no sol, sendo a situação no sol e à tarde bem mais desfavorável, em função de uma temperatura ambiente maior e radiação solar mais intensa, cujos resultados são importantes para adequar o manejo dos animais evitando fazê-lo em horários mais estressantes do dia.

Silva et al. (2011b) observaram, estudando o efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Parda Alpina e Anglo-Nubiana criadas em sistema semi-intensivo no semiárido paraibano, que as médias de temperatura de globo negro se apresentaram mais elevadas no ambiente de sol e durante o turno da tarde (39,08 °C) em virtude da maior incidência da radiação. Os valores do índice de temperatura de globo negro e umidade se apresentaram bastante elevados (86,81 °C) indicando desconforto térmico, sobretudo quando os animais estavam pastando ao sol, no turno da tarde.

3.3. Parâmetros fisiológicos

Os animais são afetados de várias formas pelo ambiente e podem sofrer estresse, que provoca queda da produção, transtornos reprodutivos, distúrbios

comportamentais e alterações fisiológicas. Esses processos decorrem em função dos efeitos da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e vento (PEREIRA et al.,2011).

Os caprinos dispõem, quando adaptados ao ambiente, de recursos fisiológicos que os habilitam a enfrentar as restrições do meio. Respostas fisiológicas satisfatórias só poderão ser alcançadas quando o manejo compensar as deficiências do meio. Segundo esses autores, a temperatura corporal (TC) é um dos parâmetros que representam o tipo de resposta aos efeitos do clima no processo de aclimatização.

Avaliações dos efeitos climáticos sobre o comportamento fisiológico dos caprinos são imprescindíveis para o conhecimento da sua real capacidade adaptativa o que, do ponto de vista produtivo, tem grande importância, uma vez que em elevadas temperaturas, a energia oriunda do metabolismo que seria utilizada para o crescimento e produção é desviada para a manutenção da temperatura do corpo, ocasionando diminuição da produtividade e perdas econômicas (SOUZA et al., 2013).

Os parâmetros fisiológicos de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TS) e frequência cardíaca (FC) sofrem influência do turno do dia, de vez que, à tarde, a temperatura do ar (TA) é geralmente bem mais elevada que pela manhã promovendo, portanto, a elevação dessas variáveis fisiológicas (SILVA et al., 2006; MEDEIROS et al., 2008; SOUZA et al., 2008a; SILVA, et al., 2010).

De acordo com Medeiros et al. (2008) os parâmetros fisiológicos mais utilizados têm sido a temperatura retal e a frequência respiratória, como medida

de conforto animal e adaptabilidade a ambientes adversos ou, ainda, medidas da eficácia de modificações ambientais.

Segundo Santos et al. (2004) as variáveis climáticas podem provocar alterações nas respostas fisiológicas dos animais sendo a temperatura retal e a frequência respiratória indicadores diretos do equilíbrio térmico corporal; as variáveis ambientais devem ser levadas em consideração, no que se refere à produção de leite e derivados, pois têm reflexos na quantidade e na qualidade dos produtos finais.

3.3.1 Temperatura retal (TR)

A temperatura retal é o resultado entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada. Um aumento da temperatura retal significa que o animal está estocando calor e, se não houver dissipação, o estresse por calor se manifesta (SANTOS et al.,2005).

A temperatura retal pode ser influenciada por fatores extrínsecos, como hora do dia, ingestão de alimentos e água, estado nutricional, densidade, exercícios e fatores intrínsecos, como idade, raça, sexo, estado fisiológico e capacidade de adaptação do animal ao ambiente. A temperatura retal para caprinos adultos pode variar de 38,5 °C a 40,0 °C (SOUZA et al., 2008a).

A elevação da temperatura retal em ambiente quente indica que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes para manter a homeotermia (ROBINSON, 2004). Para PEREIRA et al. (2011) a temperatura retal é a medida que melhor indica o desconforto animal em determinado ambiente,

representando a temperatura do núcleo central utilizada para diagnósticos de enfermidades e adaptabilidade dos animais.

Segundo MEDEIROS et al. (2007) há nos animais normalmente ativos durante o dia, uma variação da temperatura retal, que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. Tal fato faz com que a temperatura do ar, à tarde, venha ser a origem da temperatura retal elevada dos animais nos trópicos, principalmente na estação seca em que a temperatura corporal média em caprinos dita normal, é de 39°C, observada comumente em zona de termoneutralidade. Quando ocorre elevação acentuada na temperatura do ar os mecanismos termorregulatórios são acionados aumentando a perda de calor na forma insensível, através da sudorese e da respiração (SILVA, et al., 2010).

A temperatura retal a frequência respiratória podem sofrer influência climatológica, principalmente da temperatura ambiente. URIBE VELÁSQUEZ et al. (2001) verificaram, trabalhando com cabras Alpinas em condições de termoneutralidade e estresse térmico, que houve uma variação da temperatura retal em relação ao período do dia para os animais em condição de estresse térmico sendo a média do turno da tarde (40,7 °C) superior à do turno da manhã (39,1 °C). SILVA et al. (2006) observaram pesquisando a adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano valores médios para frequência respiratória de 31,8 mov. min⁻¹ no turno da manhã e 39,4 mov. min⁻¹ no turno da tarde, com temperaturas de 26,9 °C e 32,0 °C, respectivamente, indicando forte influência da temperatura ambiente sobre esta variável fisiológica.

De acordo com Souza et al. (2013) constataram, estudando respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano efeito de turno com médias superiores da temperatura retal no turno da tarde,

com valor absoluto de 39,38 °C, em razão dos elevados valores das variáveis ambientais porém a temperatura retal se encontra dentro da normalidade para caprinos concordando com os valores encontrados por DARCAN e GÜNEY (2008) que, estudando estresse climático em cabras em clima mediterrâneo, obtiveram valores que variaram de 38,81 a 39,88 °C nos turnos da manhã e tarde, respectivamente.

Furtado et al. (2008) concluíram, trabalhando a campo com caprinos Moxotó, concluíram que no período da manhã os animais em sistema de semiconfinamento apresentaram temperatura retal de 39,5 °C e que nos animais confinados a TR foi de 39,0 °C; onde, nos dois períodos de sistema de produção os caprinos mantiveram a temperatura retal dentro da normalidade.

Trabalhando também a campo com caprinos Moxotó, GOMES, et al. (2008), observaram alta capacidade de manutenção da temperatura retal, mesmo quando submetidos a estresse térmico em que a TR se manteve dentro dos níveis normais para a espécie, entre 38,7 °C e 39,7 °C.

Estudando o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços 1/2 Saanen + 1/2 Boer, no semiárido paraibano, SOUZA et al. (2010) verificaram que os turnos influenciaram diretamente sobre a TR, com valores para os animais Saanen de 38,9 °C pela manhã e 39,6 °C à tarde e para o grupo 1/2 Saanen + 1/2 Boer, 39,1 °C e 39,4 °C nos turnos da manhã e tarde, respectivamente mesmo assim, os animais dos dois grupos genéticos mantiveram a TR dentro da normalidade que, de acordo com ANDERSON (1996) a temperatura retal normal para caprinos adultos varia de 38,5 °C a 39,7 °C.

Brasil et al. (2000) observaram, estudando cabras Alpinas, que tanto em condições de termoneutralidade como sob influência do estresse térmico em câmara bioclimática, os animais apresentaram médias de temperatura retal, no turno da tarde superiores às da manhã, em função do armazenamento de calor verificado entre os dois turnos.

SILVA et al. (2006) relataram, avaliando caprinos no semiárido paraibano, um aumento da TR, FR e TS de 38,9 °C, 30,3 mov. min⁻¹ e 29,5 °C no turno da manhã, para 39,3 °C, 49,5 mov. min⁻¹ e 33,3 °C no turno da tarde, respectivamente. O redirecionamento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal e a vasodilatação, aumentam a temperatura da pele, facilitando a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Quando a temperatura do ar se eleva o gradiente térmico entre a superfície do corpo e o meio decresce, dificultando a dissipação de calor, tendo o animal que lançar mão de mecanismos evaporativos (sudorese e/ou frequência respiratória) para perder calor (SOUZA et al., 2008b).

3.3.2 Frequência respiratória (FR)

A frequência respiratória sofre influências intrínsecas, como exercícios físicos, medo, excitação, estado fisiológico e produção de leite e extrínsecas, como temperatura e umidade do ar, radiação solar, velocidade do vento, estação do ano, hora do dia e sombreamento. Em situações de estresse térmico esta variável fisiológica se eleva antes do aumento da temperatura retal (AL-TAMIMI, 2007).

Para Souza et al. (2013) uma situação de estresse térmico mobiliza os mecanismos de perda de calor insensível que consiste na utilização da evaporação da água da superfície da pele e/ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água, promovendo a evaporação.

De acordo com Martins Junior et al. (2007), o estresse térmico pode alterar reações fisiológicas e comportamentais; nesta situação o aumento do grau de resfriamento evaporativo respiratório reflete na elevação da frequência respiratória em caprinos, como forma de manter a temperatura corporal dentro do patamar fisiológico, por meio da evapotranspiração pulmonar.

Os caprinos se utilizam do aumento da frequência respiratória como forma de manter sua homeotermia em temperatura elevada (SOUZA et al., 2005, GOMES et al., 2008 e RADOSTITS, 2002) e, quando submetidos ao estresse térmico, consomem mais água com mais frequência do que os mantidos à sombra, para compensar o aumento do potencial de perda por evaporação, através da elevação da frequência respiratória (Al-TAMIMI, 2007).

Segundo SOUZA et al. (2005) ressaltam que a frequência respiratória elevada pode ser uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos mas, caso seja mantida por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais. A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e na ruminação, além de adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos.

A frequência respiratória para caprinos é considerada normal quando apresenta valor médio de 15 mov. min⁻¹, com valores variando entre 12 e 25 mov.

min⁻¹, os quais são passíveis de serem influenciados pelo trabalho muscular, temperatura ambiente, ingestão de alimentos, gestação, idade e tamanho (REECE,2006).

Quando a temperatura ambiente aumenta acima de 25,0 °C, a frequência respiratória nos ruminantes também aumenta, atingindo seu ponto máximo com temperaturas acima de 35,0 °C e alterações para 100,0 mov. min⁻¹ ou até 120,0 mov. min⁻¹ (KOLB et al. 1987).

A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que as frequências respiratória de 40 a 60, 60 a 80, 80 a 120 mov. min⁻¹ caracterizam baixo, médio e alto estresse respectivamente, e acima de 200 mov. min⁻¹ o estresse é classificado severo para caprinos (SILANIKOVE, 2000).

Lucena et al. (2013) concluíram, trabalhando com respostas fisiológicas de caprinos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico, que em temperatura de 31,06 °C os animais elevam a frequência respiratória caracterizando como uma das variáveis mais afetada nos animais quando mantidos em situação de estresse térmico.

Santos et al. (2005) ao estudarem a adaptabilidade de caprinos nativos e naturalizados ao clima semiárido observaram que a temperatura retal e a frequência respiratória independente da raça (exótica ou nativa) são afetadas pelo período do dia, cujos animais mostraram temperaturas retais menores no período da manhã quando comparadas com o período da tarde.

Souza et al. (2011) relatam, estudando o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos de cabras da raça Saanen no sertão paraibano, relatam um aumento bastante significativo para a frequência respiratória no turno da tarde (77,6 mov. min⁻¹) em relação ao turno da manhã (44,4 mov. min⁻¹) demonstrando

uma utilização maior do sistema termorregulador durante a tarde, como forma de dissipação de calor para o ambiente.

Em trabalho realizado com caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano em condições de temoneutralidade e sob estresse térmico, PEREIRA et al. (2011) verificaram uma variação da frequência respiratória passando de 77,6 para 111,30 mov.min⁻¹ antes e depois do estresse, respectivamente, indicando que os animais utilizaram este mecanismo como forma de perder calor e de manutenção da homeotermia.

De acordo com Brasil et al. (2000) observaram, trabalhando com efeitos do estresse térmico sobre as respostas termorreguladora de cabras da raça alpina, observaram que houve variação da frequência respiratória com relação ao período do dia sendo a média no turno da tarde 173,8 mov. min⁻¹ superior à do turno da manhã, de 80,0 mov. min⁻¹.

Silva et al. (2010) e Souza et al. (2008b) verificaram a avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos em que a frequência respiratória apresentou, em todas as raças estudadas, médias superiores para FR no turno da tarde. SILVA et al. (2006) também verificaram que a FR é influenciada pelo período do dia, sendo 30,0 mov. min⁻¹ no turno da manhã e 49,0 mov. min⁻¹ no período da tarde. Quando a temperatura ambiente se eleva os mecanismos termorregulatórios são acionados aumentando a perda de calor na forma insensível, através da sudorese ou do aumento da frequência respiratória.

Em seu estudo Souza et al. (2010) encontraram, trabalhando com o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos encontraram valores médios de temperatura ambiente nos períodos da manhã de 29,1 °C e da tarde de

40,8 °C com frequência respiratória de 84,8 mov. min⁻¹ e 122,0 mov. min⁻¹ respectivamente.

Furtado et al. (2008) observaram, trabalhando com o efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos Moxotó em confinamento e semiconfinamento, que no período da manhã os animais semiconfinados apresentaram frequência respiratória média de 69,5 mov. min⁻¹, mais elevadas que os confinados 62,6 mov. min⁻¹.

Brasil et al. (2000) constataram, trabalhando com caprinos em condições de termoneutralidade e sob estresse térmico variações na frequência respiratória com relação ao período do dia sendo a média no turno da tarde de 173,8 mov. min⁻¹, superior à do turno da manhã, de 80,0 mov. min⁻¹.

3.3.3 Frequência cardíaca (FC)

A frequência cardíaca é influenciada pelos fatores espécie, raça, idade, trabalho muscular e temperatura do ar e controlada pela interação dos centros cardioinibidor e cardioacelerador, os quais estão sob a influência do sistema nervoso central. Quando a frequência cardíaca se eleva acima de um nível crítico a força do coração diminui pelo uso excessivo dos substratos metabólicos pelo músculo cardíaco além do que o período de diástole entre as contrações diminui de forma que o sangue não flui adequadamente (REECE, 2006). A elevação exacerbada e prolongada da temperatura ambiente exaure os sistemas metabólicos do coração causando fraqueza e podendo levar o animal a óbito (SILVA et al., 2006).

A alteração na circulação sanguínea é uma das principais funções fisiológicas da termorregulação. Em estresse térmico ocorre vasodilatação periférica, que resulta em queda da pressão sanguínea e, para compensar esta redução há incremento no trabalho cardíaco. Por isto, animais em ambientes quentes tendem a apresentar aumento sensível dos batimentos cardíacos (SILVA, 2010).

Em caprinos, na condição de conforto térmico a frequência cardíaca varia entre 70 e 80 bat. min⁻¹, podendo ser influenciada pela raça, idade, trabalho muscular, temperatura ambiente (REECE, 2006) e ingestão de grandes quantidades de alimentos (SOUZA et al., 2005). A frequência cardíaca é uma variável fisiológica a mais, que deve ser analisada, já que seu aumento pode influenciar no desempenho animal.

Medeiros et al. (2007) observaram, analisando o efeito da idade e da cor do pelame sobre as características fisiológicas de caprinos sem padrão racial definido, na sombra, efeito do turno nos batimentos cardíacos sendo mais elevado no período da tarde. Para AL-TAMIMI (2007), o aumento da frequência cardíaca pode ser atribuído a duas causas potenciais; primeiro, devido ao aumento da atividade muscular para controlar o aumento simultâneo da frequência respiratória; segundo, porque ocorre redução na resistência vascular periférica que promove maior perfusão sanguínea para dissipar calor através da pele.

Lucena et al. (2013) constataram, estudando respostas fisiológicas de caprinos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico, constatou frequência cardíaca de 83,6 bat. min⁻¹; valores semelhantes foram observados por SOUZA et al. (2005) que, trabalhando com caprinos nativos na região

semiárida do Nordeste a campo apresentaram em média uma frequência cardíaca de 83 bat. min⁻¹.

Trabalhando com caprinos da raça Saanen no estado do Ceará, SOUZA (2010) verificou, no período chuvoso, aumento da frequência cardíaca de 88 bat.min⁻¹ no turno da manhã para 96 bat.min⁻¹ no turno da tarde e no período seco de 96 para 102 bat. min⁻¹ para os turnos da manhã e tarde, respectivamente, fato este atribuído ao aumento da temperatura ambiente, sendo mais expressivo no turno da tarde e no período seco nos quais foi observado o maior valor da temperatura.

Estudos realizados no semiárido brasileiro com caprinos das raças Boer, Anglo Nubiana, Moxotó e Parda Sertaneja, relataram a influência do turno sobre a frequência cardíaca para as raças estudadas com médias de 77 bat. min⁻¹ pela manhã e 84 bat. min⁻¹ à tarde, para as quatro raças indicando que o sistema cardiocirculatório é afetado pelo aumento da temperatura ambiente, no período da tarde (SANTOS et al., 2005).

Objetivando 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., (2011a) encontraram diferenças significativas para a frequência cardíaca quando comparados com os turnos manhã (75,74 bat.min⁻¹) e tarde (79,35 bat.min⁻¹) tendo as médias no turno da tarde superado às observadas pela manhã.

Gomes et al. (2008) constataram, trabalhando com o efeito do ambiente térmico nos parâmetros fisiológicos de caprino Moxotó, observaram que a média da frequência cardíaca mais elevada no horário da tarde foi de 119,9 bat. min⁻¹ e

no horário da manhã 113,2 bat. min⁻¹, sendo a atividade cardiovascular atribuída, possivelmente, às diferenças da temperatura ambiente.

3.3.4 Temperatura superficial (TS)

A pelagem protege o animal do calor ou do frio; sua temperatura de superfície corporal está diretamente relacionada às condições ambientais de umidade, temperatura ambiente, radiação solar, velocidade do vento e das condições fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor. Em temperaturas do ar amenas, esta variável contribui para a manutenção da temperatura do corpo mediante trocas de calor com o ambiente (ROBINSON, 2004). Em ambiente tropical os animais que possuem pelagem de cor clara e pelos curtos sobre uma epiderme pigmentada, suportam melhor as condições desse ambiente (SILVA et al., 2011b).

Os animais dissipam calor para o ambiente através da pele por radiação, condução e convecção, dependendo do gradiente térmico entre a superfície do animal e a temperatura do meio. A condução térmica tem grande importância na dissipação de calor desde o núcleo central até a superfície exterior do animal e da superfície ao meio que o rodeia. A radiação e a convecção também são importantes neste processo desde que a temperatura superficial supere a do meio (SOUZA et al., 2008a).

De acordo com Silva (2010), caso a temperatura ambiente se eleve o gradiente térmico entre a superfície e o meio decresce, como consequência a temperatura superficial tende a elevar-se, reduzindo o gradiente térmico entre o núcleo central e a pele, implicando em diminuição de perda de calor por esses

meios (perda de calor sensível) e aumentando por meio da evaporação e respiração (perda de calor insensível).

Trabalhando respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano, SOUZA et al. (2013) registraram um aumento expressivo da TS no turno da tarde em relação ao da manhã, variando de 29,47 °C a 34,30 °C, respectivamente. Este aumento da temperatura superficial é reflexo da vasodilatação periférica aumentando o fluxo de calor para o exterior; os referidos valores de TS concordam com os valores encontrados por SILVA et al. (2006) que variaram de 29,50 a 33,30 °C nos turnos da manhã e tarde.

Leite et al. (2012) observaram, analisando a influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados, efeito entre os horários do dia e constataram que a temperatura superficial ficou com médias mais elevadas de 32,8 °C a partir das 9 h atingindo valores máximos 36,9 °C às 15 h. Esta oscilação na temperatura superficial está associada às variações climáticas sendo que nos horários das 12 e 15 h, considerados críticos, as variáveis ambientais se mantiveram fora da zona de conforto térmico.

Para Medeiros et al. (2007) a pele tem importância fundamental na manutenção da homeotermia, através da perda de calor por meio da sudorese; quando a temperatura ambiente aumenta a sudorese e a frequência respiratória também se elevam, evitando o acúmulo de calor no organismo animal.

Silva et al. (2011b) observaram, estudando o efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Parda Alpina e Anglo-Nubiana no semiárido brasileiro, um aumento da temperatura superficial entre os turnos da manhã e tarde com valores médios de 31,2 °C e 32,6 °C, respectivamente. Esta variação

ocorreu por conta do menor gradiente térmico entre a temperatura superficial dos animais e a temperatura ambiente no turno da tarde, em função do aumento da temperatura nesse turno. A raça Anglo-Nubiana apresentou temperatura superficial de 31,8 °C e a raça Parda Alpina de 32,0 °C. Referida variação se deve à origem dessas duas raças e à conseqüente seleção natural pela qual passaram durante sua evolução.

Ao estudar caprinos Moxotó e a avaliação da adaptabilidade da raça ao semiárido através de diversos parâmetros fisiológicos, (SILVA et al., 2010), concluíram que a temperatura superficial dos animais nos turnos da manhã possui médias menores (29,45 °C) que as dos turnos da tarde (31,34 °C) resultado este também encontrado por Souza et al.(2008a) na região semiárida trabalhando com caprinos ½ Moxotó + ½ SRD, nos turnos da manhã e da tarde, foram de 27,21 °C e 31,67 °C, respectivamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Período e local do experimento

O experimento foi desenvolvido no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco (Figura 2) no período de janeiro a março de 2012 (estação seca) e maio a julho de 2012 (estação chuvosa) no Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas/Tiúma/Universidade Federal Rural de Pernambuco (Figura 3). O município está localizado na região Litoral/Mata, Microrregião Metropolitana a uma latitude 08°00'08" sul, longitude 35°01'06" oeste e uma altitude de 58 metros. O clima da região é quente e úmido com média anual de precipitação 1.300 mm e umidade relativa do ar média de 70 %; a temperatura média anual é de 26 ° Celsius, com média anual máxima de 32 ° Celsius; o bioma da região é do tipo Floresta sub perenifólia, com partes de floresta hipoxerófila, população de 103.854 habitantes, possui uma área de 264,48 km² e está a aproximadamente 18 km da Capital, Recife - PE (IBGE, 2011).



Figura 2. Mapa de localização de São Lourenço da Mata em Pernambuco

Fonte: Wikipédia.

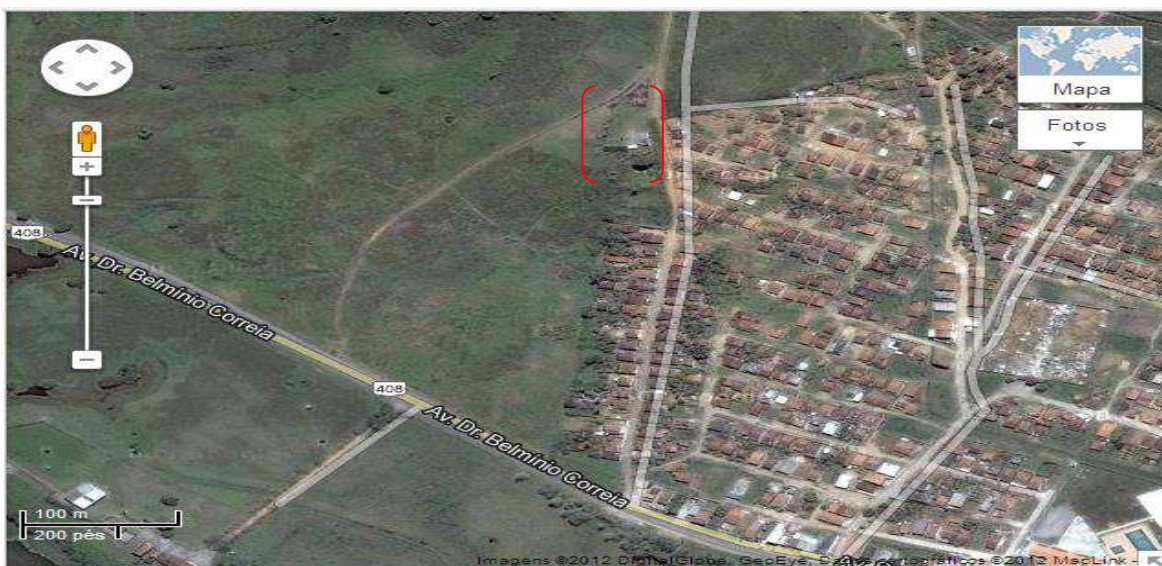


Figura 3. Foto de localização de Tiúma em São Lourenço da Mata

Fonte: IBGE (2011)

4.2. Distribuição e manejo dos animais

Utilizaram-se 10 cabras mestiças Anglo-Nubiana, clinicamente saudáveis, com peso vivo médio de 60 Kg e idade média de 36 meses, vazias, distribuídas em dois (02) tratamentos: tratamento Com Sombra - CS número de cinco animais (Figura 4) e tratamento Sem Sombra - SS número de cinco animais (Figura 5), turno (manhã e tarde), nos períodos seco e chuvoso com dez repetições, um período de adaptação de 14 dias com todos os grupos de animais em seu ambiente de experimento; os animais permaneceram confinados no tratamento – CS, mantidos em baia medindo 16 m² em aprisco suspenso com piso ripado, orientação no sentido leste – oeste, pé direito de 2,0 m com 4,0 m de comprimento por 4,0 m de largura e telha de fibrocimento, provido de bebedouro de alumínio com boia, cocho de madeira medindo 2,20 m de comprimento, 0,50 m

largura com 0,50 m de altura (Figura 6). Os animais - SS foram mantidos em piquete medindo 16 m² sem acesso à sombra, também provido de bebedouro e cocho de madeira com as mesmas dimensões (Figura 7).



Figura 4. Animais mantidos à sombra



Figura 5. Animais expostos ao sol



Figura 6. Instalação com acesso à sombra



Figura 7. Instalação sem acesso à sombra

A dieta foi semelhante para todos os tratamentos/animais, consistindo de Capim angola (*Panicum numidianum*), 5 % do peso vivo dia/animal em duas refeições. O material era colhido diariamente e fornecido diretamente no comedouro; os animais receberam concentrado comercial para caprino 700 g/animal/dia; a água e o sal mineral foram fornecidos à vontade.

4.3. Parâmetros ambientais

Os parâmetros ambientais, temperatura do ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura do ponto de orvalho (TPO), foram obtidos automaticamente no microclima de cada tratamento por dataloggers HT-500 (Figura 8), a cada duas horas instalados em lugares estratégicos durante todo o período experimental (BUFFINGTON et al., 1981), Com Sombra (CS) e Sem Sombra (SS) a 0,60 m acima do nível do piso.



Figura 8. Datalogger Instrutherm HT 500® (B), utilizado para coletas de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e temperatura de ponto de orvalho, respectivamente.

Fonte: <http://www.etrronics.com.br>

Com auxílio de outro “Medidor de Stress Térmico” datalogger HT-500, instalado dentro de uma esfera oca de plástico com 5 mm de espessura e 0,15 m de diâmetro enegrecida com tinta preta fosca (Figura 9) de alta capacidade de absorção em cada tratamento experimental (Com Sombra – CS e Sem Sombra – SS), a 0,60 m acima do nível do piso, registrou-se a temperatura do globo negro para cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).



Figura 9. Globo negro com sensor

4.4. Cálculo dos índices de conforto ambiental

Com base nos valores de temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura de ponto de orvalho (Tpo) determinaram-se os índices ambientais.

O índice de temperatura do globo negro e da umidade (ITGU) dentro do ambiente do experimento, foi calculado pela expressão proposta por BUFFINGTON et al. (1981):

$$ITGU = tgn + (0,36.tpo) + 41,5$$

Onde, tgn = Temperatura de globo negro, (°C) e tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

4.5. Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos monitorados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura da superfície corporal (TSC), medidos duas vezes por semana nos turnos da manhã (9 h) e da tarde (15 h).

Para obtenção da temperatura retal (°C) foi utilizado um termômetro clínico veterinário com escala até 44 ° Celsius (Figura 10), introduzido 5 cm no reto do animal durante dois minutos e o resultado da leitura expresso em graus Celsius (°C).



Figura 10. Termômetro clínico veterinário

A frequência respiratória foi obtida por auscultação e contagem dos movimentos respiratórios com auxílio de um estetoscópio clínico veterinário (Figura 11) diretamente na região torácica direita, contando-se o número de movimentos durante um minuto, e se obtendo assim, a FR (mov. min⁻¹).

A frequência cardíaca foi determinada por auscultação e contagem dos batimentos cardíacos, com um estetoscópio clínico veterinário (Figura 11), diretamente na região torácica esquerda contando-se o número de batimentos durante um minuto para a determinação da FC em batimentos por minuto (bat. min⁻¹).



Figura 11. Estetoscópio

A temperatura superficial do pelame ($^{\circ}\text{C}$) foi obtida através das médias da temperatura em cinco regiões do corpo de cada animal, com auxílio de um termômetro tipo laser digital elemento expansão infravermelho mira laser (Figura 12), acionado em uma distância de 0,60 m dos pontos de mensuração no animal, tais como: dorso, costado, frente, canela e pescoço.



Figura 12. Termômetro infravermelho Mult tempmarca Incoterm

4.6. Análise estatística

O Delineamento estatístico foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 2, distribuído em dois tratamentos: com sombra (CS) e sem sombra (SS), turno (manhã e tarde), nos períodos seco e chuvoso, com dez repetições; os dados dos parâmetros fisiológicos e ambientais foram expressos em médias e desvio padrão.

Foram realizadas análises de variância (ANOVA) dos parâmetros fisiológicos e ambientais utilizando-se do programa estatístico SAEG (2000), para verificar o efeito dos tratamentos com sombra (CS) e sem sombra (SS), turno (manhã e tarde), nos períodos seco e chuvoso.

Obtiveram-se os coeficientes de correlação linear de Pearson entre os parâmetros e apresentado o valor de significância.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de 5 % de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros ambientais

5.1.1. Temperatura ambiente (TA) na estação seca

Com referência aos valores médios dos parâmetros ambientais na estação seca, observa-se que a temperatura ambiente (Tabela 1) no turno da manhã apresentou as maiores médias para os animais expostos ao sol 30,29 °C e as menores médias para os animais mantidos na sombra 26,25 °C; no turno da tarde se observam as maiores médias ao sol 33,77 °C e as menores médias na sombra 29,44 °C; porém, os valores encontrados para os animais expostos ao sol, tanto no turno da manhã quanto no turno tarde se encontram fora da zona de conforto térmico para caprinos, que de acordo com BAÊTA e SOUZA (2010) devem estar entre 20 °C a 30 °C. Os resultados deste experimento na estação seca no turno da manhã na sombra são semelhantes aos encontrados por SOUZA et al. (2006) que trabalhando com caprinos de diferentes grupos genéticos nas condições climáticas do semiárido paraibano, encontraram valores de TA dentro da zona de conforto térmico. Resultados encontrados no período mais quente do dia foram obtidos por SANTOS et al. (2005), SOUZA et al. (2005), Gomes et al. (2008), Souza et al. (2008a), Leite (2012) e SOUZA et al. (2013), que relatam valores da TA fora da zona de conforto térmico.

Tabela 1– Médias dos parâmetros ambientais temperaturas do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no turno da manhã e da tarde nos ambientes sombra e sol durante a estação seca.

ESTAÇÃO SECA	MANHÃ						TARDE					
	SOMBRA			SOL			SOMBRA			SOL		
	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)
Média	26,25	82,82	75,98	30,29	69,41	78,08	29,44	67,31	79,00	33,77	55,49	84,02
Erro padrão	0,29	1,40	0,29	0,63	2,14	0,99	0,14	0,54	0,15	0,39	1,15	0,58
Mínimo	24,41	61,40	74,04	21,93	43,70	63,46	28,14	62,05	77,59	30,38	40,90	80,05
Máximo	30,00	90,91	79,29	36,30	87,25	84,11	30,90	72,88	80,78	38,95	66,01	94,69
Intervalo	5,59	29,51	5,24	14,38	43,55	20,64	2,76	10,83	3,19	8,58	25,11	14,63
Número de amostras	25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26
Nível de confiança (95.0%)	0,60	2,89	0,60	1,30	4,42	2,05	0,29	1,12	0,31	0,80	2,37	1,20

5.1.2. Umidade relativa (UR) na estação seca

A umidade relativa (UR) exerce grande influência no bem-estar e na produtividade animal, principalmente com valores elevados ou muito baixos além de associada a altas temperaturas ambiente (BAÊTA e SOUZA, 2010). Observa-se, na Tabela 1 na estação seca, que a umidade relativa do ar no turno da manhã apresentou as maiores médias para os animais mantidos na sombra 82,82 % e as menores médias para os animais expostos ao sol 69,41 %; no turno da tarde se observam as maiores médias à sombra 67,31 % e as menores médias ao sol 55,49 %, fato que se reveste de importância para os animais, haja vista que possibilita a perda de calor mais rapidamente para o ambiente, através de mecanismos evaporativos (respiração e sudorese); os resultados deste experimento estão de acordo com os encontrados por SOUZA et al. (2010) que,

trabalhando com respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços no semiárido paraibano, verificaram as maiores médias no turno da manhã e as menores médias no turno da tarde. Menores valores da umidade relativa nos horários mais quentes do dia podem estar associados ao aumento da temperatura do ar e da carga térmica de radiação (SOUZA, 2010). Os resultados observados se encontram fora da faixa ideal para a espécie caprina, que se situa entre 50 e 70 % (BAÊTA e SOUSA, 2010).

5.1.3. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na estação seca

O índice de temperatura do globo negro e umidade Tabela 1 na estação seca apresentou, no turno da manhã, as maiores médias para os animais expostos ao sol 78,08 °C e as menores médias para os animais mantidos na sombra 75,98 °C; no turno da tarde se observam as maiores médias ao sol 84,02 °C e as menores médias na sombra 79,00 °C. Os valores do índice de temperatura do globo negro e umidade no turno da manhã à sombra e ao sol apresentaram valores atingindo a situação de alerta e no turno da tarde à sombra e ao sol apresentaram valores atingindo situação de perigo, de acordo com BAÊTA e SOUSA (2010), que afirmam que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa e, acima de 84, situação de emergência.

5.1.4. Temperatura ambiente (TA) na estação chuvosa

Quanto aos valores médios da temperatura ambiente (TA) no período chuvoso (Tabela 2) observa-se também variação entre os turnos da manhã e tarde. Verifica-se que a temperatura ambiente no turno da manhã apresentou as maiores médias para os animais expostos ao sol 28,71 °C e as menores médias para os animais mantidos na sombra 24,57 °C; no turno da tarde se observam as maiores médias sol 31,89 °C e as menores médias na sombra 27,91 °C; no entanto, o valor encontrado no sol no período da tarde ultrapassou a temperatura máxima de conforto térmico estabelecida por BAÊTA E SOUZA (2010). MARTINS JUNIOR et al. (2007) que, trabalhando com animais Boer e Anglo-Nubiano no estado do Maranhão constataram, no período chuvoso, temperatura do ar média de 31,8 °C, no turno da tarde, semelhante à observada neste estudo.

Tabela 2 – Médias dos parâmetros ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no turno da manhã e no turno da tarde nos ambientes sombra e sol, durante a estação chuvosa.

ESTAÇÃO CHUVOSA	MANHÃ						TARDE					
	SOMBRA			SOL			SOMBRA			SOL		
	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)	TEMP (° C)	UR (%)	ITGU (° C)
Média	24,57	93,16	74,74	28,71	78,88	78,87	27,91	83,62	78,28	31,89	62,97	83,02
Erro padrão	0,30	0,70	0,35	0,53	1,78	0,70	0,14	0,43	0,13	0,33	0,87	0,78
Mínimo	22,40	86,55	72,04	23,90	64,86	72,94	27,06	80,56	76,81	29,14	57,06	77,66
Máximo	27,33	96,76	77,43	32,45	93,86	85,19	29,31	87,00	79,27	33,79	69,08	95,53
Intervalo	4,92	10,21	5,38	8,55	29,00	12,25	2,25	6,44	2,46	4,65	12,01	17,87
Número de amostras	22	22	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21
Nível de confiança (95.0%)	0,62	1,45	0,74	1,09	3,70	1,45	0,29	0,89	0,28	0,68	1,82	1,63

5.1.5. Umidade relativa (UR) na estação chuvosa

Observa-se na Tabela 2 na estação chuvosa, que a umidade relativa no turno da manhã apresentou as maiores médias para os animais mantidos na sombra 93,16 % e as menores médias para os animais expostos ao sol 78,88 %; no turno da tarde se observam as maiores médias à sombra 83,62 % e as menores médias ao sol 62,97 %. A umidade relativa do ar varia em função dos diferentes horários, sendo superiores pela manhã, decrescendo nos horários da tarde e voltando a subir durante a noite (LEITE et al., 2012).

Analisando as respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana nas condições climáticas do Meio Norte do Brasil, MARTINS JÚNIOR et al. (2007), encontraram valores médios de umidade relativa do ar no período chuvoso, de 81 % inferiores aos deste estudo (93,16 %) tabela 2, indicando uma elevada umidade relativa do ar na estação chuvosa o que limita a perda de calor corporal para o meio ambiente, pondo em risco o equilíbrio térmico dos animais em consequência, a produção. Este resultado se encontra fora da faixa ideal para a espécie caprina que está entre 50 e 70 % (BAÊTA e SOUSA, 2010).

5.1.6. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na estação chuvosa

Na Tabela 2 se verifica, para o ITGU na estação chuvosa as maiores médias no turno da manhã para os animais expostos ao sol 78,87 °C e as menores médias para os animais mantidos na sombra 74,74 °; no turno da tarde se observam as maiores médias ao sol 83,02 °C e as menores médias na sombra

78,28 °C. Os valores do índice de temperatura do globo negro e umidade no turno da manhã à sombra e ao sol se apresentam atingindo a situação de alerta assim como no turno da tarde para os animais mantidos à sombra também apresentaram situação de alerta; no entanto, para os animais expostos ao sol esses valores atingiram situação de perigo, de acordo com BAÊTA e SOUSA (2010). Resultados diferentes aos deste trabalho foram obtidos por PEREIRA et al. (2011), que observaram, avaliando o comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano no período chuvoso que o ITGU na sombra nos turnos, manhã e tarde, foram de 86,3 e 86,4, respectivamente, também inferiores aos valores encontrados por SANTOS et al. (2005), SILVA et al. (2006) e GOMES et al. (2008), que trabalhando com caprinos no semiárido nordestino que encontraram valores de ITGU no período da tarde de: 85,5; 85,1; 85,9 respectivamente.

Estes resultados diferiram de SOUSA et al. (2013) que avaliando as respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano, observaram diferenças significativas com médias de ITGU que variam de 75,12 com os animais mantidos à sombra no turno da manhã e para os animais expostos ao sol no turno da tarde de 93,10, indicando condição de desconforto térmico aos animais.

5.2. Parâmetros fisiológicos

5.2.1. Frequência cardíaca (FC)

A análise de variância revelou efeito significativo ($P < 0,05$) para frequência cardíaca, (Tabela 3), na estação seca em relação à chuvosa. Observa-se efeito significativo ($P < 0,05$) para os animais expostos ao sol em relação aos animais mantidos na sombra; constatou-se que não houve efeito entre os turnos porém todos os resultados encontrados estão fora da faixa de normalidade estabelecida para caprinos em que, segundo REECE (2006) na condição de conforto térmico, a FC varia entre 70 e 80 bat. min^{-1} , podendo ser influenciada pela raça, idade, trabalho muscular, temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Com base nesta afirmativa, as cabras utilizadas nesta pesquisa se encontravam fora da normalidade, em todos os tratamentos e demonstraram desconforto térmico o que pode ser justificado pelas variações de temperatura, umidade relativa do ar alta devido à ocorrência de chuvas no período, limitando a perda de calor corporal para o meio ambiente.

Lucena et al. (2013) constataram, estudando respostas fisiológicas de caprinos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico, frequência cardíaca de 83,6 bat. min^{-1} , assim como valores semelhantes foram observados por SOUZA et al. (2005) que, trabalhando com caprinos nativos na região semiárida do nordeste a campo apresentaram, em média, uma frequência cardíaca de 83 bat. min^{-1} , inferiores aqueles encontrados neste trabalho.

Souza (2010) observou, em trabalho realizado com caprinos da raça Saanen no estado do Ceará no período chuvoso, a variação da FC de 88 bat. min⁻¹ no turno da manhã para 96 bat. min⁻¹ no turno da tarde, fato este atribuído ao aumento da temperatura ambiente, de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

Gomes et al. (2008) trabalhando com efeito do ambiente térmico nos parâmetros fisiológicos de caprino Moxotó observou-se que a frequência cardíaca foi mais elevada no horário da tarde, 119,9 bat. min⁻¹ e no horário da manhã 113,2 bat. min⁻¹, sendo a atividade cardiovascular atribuída às diferenças da temperatura ambiente.

Medeiros et al. (2006) encontraram, estudando reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado, médias da frequência cardíaca maiores 116,28 bat. min⁻¹; 125,65 bat. min⁻¹ e 113,53 bat. min⁻¹, no turno da tarde.

Santos et al. (2005) observaram, trabalhando no semiárido brasileiro com caprinos da raça Boer, Anglo-Nubiana, Moxotó e Parda Sertaneja, a influência do turno sobre a FC para todas as raças estudadas com médias de 77 bat. min⁻¹ pela manhã e 84 bat. min⁻¹ à tarde para as quatro raças indicando que o sistema cardiocirculatório é afetado pelo aumento da temperatura ambiente no período da tarde condizendo, portanto com os resultados desta pesquisa.

Tabela 3. Valores médios e desvio-padrão referente aos parâmetros fisiológicos, frequência cardíaca (FC, bat. min⁻¹) e temperatura retal (° C) nas estações seca e chuvosa nos ambientes sol e sombra e nos turnos manhã e tarde.

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS		
	FC (bat. min⁻¹)	TR (° C)
<u>Estações</u>		
Seca	105,66±2,25 a	39,10 ± 0,04 a
Chuvosa	81,51 ± 2,01 b	39,41 ± 0,29 a
<u>Ambientes</u>		
Sol	100,21 ± 2,72 a	39,34 ± 0,17 a
Sombra	86,96 ± 2,62 b	39,17 ± 0,23 a
<u>Turnos</u>		
Manhã	92,57 ± 3,12 a	39,50 ± 2,28 a
Tarde	94,59 ± 2,61 a	39,00 ± 0,04 a
Média	93,58	39,26
CV (%)	12,58	3,36

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

5.2.2. Temperatura retal (TR)

Em relação ao parâmetro fisiológico temperatura retal (Tabela 3) observa-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) em todos os tratamentos estudados, porém, todos os valores se encontram dentro da faixa de normalidade estabelecida em que segundo SOUZA et al. (2008a) a temperatura retal para caprinos pode variar de 38,5 °C a 40,0 °C; esses resultados concordam com LUCENA et al. (2013), LEITE et al. (2012), PEREIRA et al. (2011), SILVA et al. (2010) e GOMES et al. (2008) ao observarem grau de adaptabilidade dos animais ao serem submetidos a temperatura elevadas visto que mantiveram a

temperatura retal dentro da normalidade, comportamento que sugere que o sistema termorregulador foi usado com eficiência de vez que a temperatura retal dos animais se encontra dentro da normalidade demonstrando não estar havendo estocagem de calor.

Silva et al. (2006) observaram, estudando a adaptabilidade de caprinos das raças Boer, Savana, Anglo-Nubiana e Moxotó no semiárido paraibano, a TR, com valores médios de 39,1 °C pela manhã e 39,5 °C à tarde, semelhantes com os resultados obtidos nesta pesquisa demonstrando a boa capacidade de adaptação dos animais. Estudando o efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer no semiárido paraibano SOUZA et al. (2010) verificaram que o turno do dia influenciou diretamente sobre a TR, com valores para os animais Saanen de 38,9 °C pela manhã e 39,6 °C à tarde e para o grupo $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer, 39,1 °C e 39,4 °C, nos turnos da manhã e tarde, respectivamente.

5.2.3. Frequência respiratória (FR)

Para a frequência respiratória (Tabela 4) observa-se que a análise de variância não revelou efeito ($P > 0,05$) para os animais expostos ao sol em relação aos animais mantidos à sombra; tampouco não se verificou efeito ($P > 0,05$) entre os turnos manhã e da tarde para estação seca e chuvosa; constatou-se, no entanto, efeito significativo ($P < 0,05$) para a estação seca em relação a estação chuvosa, apresentando interação significativa ($P < 0,05$) no turno da manhã para os animais expostos ao sol em relação aos animais mantidos à sombra. Os

valores observados se encontraram acima da faixa de normalidade estabelecida para caprinos que, segundo REECE (2006) deve estar entre 12 e 25 mov. min⁻¹.

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão referentes, aos parâmetros fisiológicos frequência respiratória (mov. min⁻¹) nas estações seca e chuvosa nos ambientes sol e sombra e nos turnos manhã e tarde.

VARIÁVEL FISIOLÓGICA	FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA (mov. min ⁻¹)		
	Estações		
	Seca	Chuvosa	Média
<u>Ambientes</u>			
Sol	75,51 ± 5,59	50,95 ± 5,86	63,23 ± 5,54 a
Sombra	66,09 ± 4,30	49,83 ± 5,49	57,96 ± 5,08 a
<u>Turnos</u>			
Manhã	68,21 ± 4,33	48,59 ± 6,24	58,40 ± 5,90 a
Tarde	73,38 ± 5,56	52,2 ± 5,11	62,79 ± 4,72 a
Média	70,79 ± 4,94 A	50,39 ± 5,67 B	
<u>Ambientes</u>			
<u>Turnos</u>			
Manhã	57,54 ± 4,01 aA	54,17 ± 4,26 aB	—
Tarde	67,79 ± 5,72 aA	62,87 ± 3,90 aA	—
Média Geral	60,59		
CV (%)	28,58		

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Silanikove (2000) sugeriu uma classificação da condição de estresse térmico para ruminantes, através da frequência respiratória, cujos animais apresentassem uma taxa entre 40 e 60 mov. min⁻¹ seriam classificados de baixo estresse, 60 a 80 mov. min⁻¹ de médio estresse, de 80 a 120 mov. min⁻¹ de estresse severo; portanto, de acordo com esta classificação, as cabras utilizadas neste estudo estavam fora da zona de conforto com classificação de médio estresse; a frequência respiratória dos animais mostrou-se elevada como forma de dissipação de calor através do trato respiratório com a finalidade de manter a homeotermia.

Estudando respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano, SOUZA et al. (2013) verificaram, para frequência respiratória, um aumento significativo no turno da tarde em relação ao turno da manhã, com valor médio de 47,02 mov. min⁻¹ sinalizando uma situação de estresse térmico. Resultados semelhantes também foram encontrados por SANTOS et al. (2005), de 47,36 a 56 mov. min⁻¹ e são inferiores aos relatados por GOMES et al. (2008) que, trabalhando com caprinos Moxotó, observaram valores que variaram de 52,6 mov. min⁻¹ no período da manhã a 70,4 mov. min⁻¹ no período da tarde.

Trabalhando com o efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos de cabras da raça Saanen no sertão paraibano, SOUZA et al. (2011) observaram um aumento bastante significativo para FR no turno da tarde (77,6 mov. min⁻¹) em relação ao turno da manhã (44,4 mov. min⁻¹) demonstrando maior utilização do sistema termorregulador durante a tarde, como forma de dissipação de calor para o ambiente.

Estudando o comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido paraibano, SOUZA et al. (2005) verificaram aumento médio no turno da tarde (60,5 mov. min⁻¹) quando comparado com o do turno da manhã (42,3 mov. min⁻¹) corroborando com os resultados aqui obtidos.

Leite (2010) obteve, estudando parâmetros de conforto térmico de caprinos confinados no semiárido, resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa na estação chuvosa, com maiores valores de FR no turno da tarde (50,8 mov. min⁻¹) quando comparados com os do turno da manhã (31,9 mov. min⁻¹).

5.2.4. Temperatura superficial (TS)

A temperatura superficial é um parâmetro fisiológico que deve ser levado em consideração, dada à sua importância no aspecto relacionado com a dissipação de calor na forma sensível (radiação, convecção e condução) que depende do gradiente térmico entre a superfície do animal e a temperatura do meio sendo que, com o aumento da TS, a dissipação de calor fica comprometida através desta forma (BAETA e SOUSA, 2010).

Em relação à temperatura superficial (Tabela 5) observa-se que a análise de variância revelou efeito ($P < 0,05$) para os animais expostos ao sol em relação aos animais mantidos à sombra. Verifica-se efeito significativo ($P < 0,05$) entre as estações seca e chuvosa; a temperatura apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) no turno da tarde, na estação chuvosa; observa-se efeito significativo ($P < 0,05$) no turno da manhã na estação seca, em relação à estação chuvosa; verifica-se, ainda, efeito significativo ($P < 0,05$) no turno da manhã para os animais expostos ao sol em relação aos animais mantidos à sombra.

Tabela 5- Médias da temperatura superficial (TS) nas estações seca e chuvosa, turnos manhã e tarde e ambientes sol e sombra.

VARIÁVEL FISIOLÓGICA	TEMPERATURA SUPERFICIAL (° C)		
	Estações		
	Seca	Chuvosa	Média
<u>Ambientes</u>			
Sol	36,2 ± 0,56	33,99 ± 0,46	35,10 ± 0,51 a
Sombra	33,99 ± 0,16	33,08 ± 0,40	33,54 ± 0,28 b
Média	35,10 ± 0,36 A	33,54 ± 0,43 B	
<u>Turnos</u>			
Manhã	34,57 ± 0,33 aA	32,95 ± 0,51 bB	—
Tarde	35,62 ± 0,58 aA	34,13 ± 0,31 aA	—
<u>Ambientes</u>			
	Sol	Sombra	
<u>Turnos</u>			
Manhã	34,69 ± 0,36 aA	33,06 ± 0,33 aB	—
Tarde	35,51 ± 0,72 aA	34,01 ± 0,26 aA	—
Média Geral	34,32		
CV (%)	5,23		

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Souza et al. (2013) registraram, estudando respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano, aumento expressivo no turno da tarde em relação ao da manhã variando de 34,30 °C a 29,47 °C, respectivamente; este aumento da temperatura superficial sugere um reflexo da vasodilatação periférica aumentando o fluxo de calor para o exterior; enfim, valores da Temperatura Superficial encontrados neste estudo, concordam

com os encontrados por SILVA et al. (2006) visto que variaram de 29,50 a 33,30 °C, nos turnos da manhã e tarde.

LEITE et al. (2012) evidenciaram, analisando a influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados, efeito entre os horários do dia e constataram que a temperatura superficial ficou com médias mais elevadas de 32,8 °C a partir das 9 h atingindo valores máximos de 36,9 °C, às 15 h; tal variação na temperatura superficial está associada às variações ambientais sendo que nos horários das 12 e 15 h, considerados horários críticos, as variáveis ambientais se encontravam fora da zona de conforto térmico.

Silva et al. (2011b) verificaram, relatam que estudando o efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Parda Alpina e Anglo-Nubiana no semiárido brasileiro, um aumento da temperatura superficial entre os turnos da manhã e tarde, com valores médios de 31,2 °C e 32,6 °C, respectivamente, variação que ocorreu por conta do menor gradiente térmico entre a temperatura superficial dos animais e a temperatura ambiente no turno da tarde, em função do aumento da temperatura neste turno.

Trabalhando com caprinos Moxotó e com a avaliação da adaptabilidade da raça ao semiárido através de diversos parâmetros fisiológicos (SILVA et al., 2010), constataram que a temperatura superficial dos animais nos turnos da manhã possui médias menores (29,45 °C) que nos turnos da tarde (31,34 °C); resultados semelhantes também foram encontrados por SOUZA et al.(2008a) na região semiárida trabalhando com caprinos $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, nos turnos da manhã e da tarde, de 27,21 °C e 31,67 °C, respectivamente.

Souza et al. (2008a) relataram, que a temperatura superficial de caprinos de cinco grupos genéticos diferentes mantidos em confinamento, foi, com relação ao turno, as médias da temperatura superficial da tarde foram maiores que as da manhã, em todos os grupos genéticos, coincidindo com o ITGU de 79,15, acima do valor considerado de conforto térmico caracterizando uma situação de estresse térmico comprometendo a dissipação de calor por condução, radiação e convecção e, conseqüentemente, aumentando a temperatura superficial. Santos et al. (2005) relataram, estudando a adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados com o clima semiárido brasileiro, valores médios de TS de 30 °C no período da manhã e 32 °C no turno da tarde, cujos resultados são semelhantes aos observados neste trabalho.

5.3. Correlação de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação seca

Sendo a temperatura retal (TR) considerada um dos principais parâmetros para medir adaptabilidade observa-se, na Tabela 6, ter apresentado fraca correlação positiva com a TA porém desprezível e negativa com a UR, de acordo com a classificação de RIBEIRO (1970). Resultados semelhantes foram obtidos por MEDEIROS et al. (2008) ao constatar uma correlação positiva entre TR e TA para caprinos das raças Saanen e Anglo-Nubiana.

Observa-se, ainda, na Tabela 6, que a FR apresentou fraca correlação positiva com a TA e uma correlação negativa desprezível com a UR, de acordo com a classificação de RIBEIRO (1970). Os valores dos coeficientes de correlação da FR com TA foram maiores que aqueles obtidos entre a TR e os mesmos parâmetros sugerindo que a FR, nas condições deste experimento, foi o melhor indicador para avaliar o estresse térmico; no entanto, a FR e a UR apresentaram correlação negativa indicando que, com o aumento da UR, ocorreu diminuição da FR; resultados semelhantes foram observados por PAULO (2009) estudando caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento no semiárido paraibano.

Para a frequência cardíaca observa-se correlação média, positiva e significativa ($P < 0,05$) com a TA e uma correlação fraca e negativa com a UR, de acordo com a classificação de Ribeiro (1970), sinalizando comportamento inverso entre os dois parâmetros.

Com relação à TS, observou-se correlação fraca e positiva com TA e correlação desprezível e negativa com a UR, de acordo com a classificação de Ribeiro (1970), indicando que, à medida em que a UR aumenta, ocorre diminuição na TS, passível de ser justificado pelo fato de que, em altas temperaturas, o animal tenta dissipar o excesso de calor aumentando o fluxo sanguíneo do núcleo central para a superfície corporal elevando, em contrapartida, a taxa de fluxo de calor resultando em altas temperaturas superficiais, além de que a pele dos animais recebe calor do ambiente através da irradiação solar; quando a TA aumenta, a UR diminui, e com isto se justifica uma correlação negativa da UR com a TS.

Tabela 6. Coeficientes de Correlação (r) de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação seca nos ambientes sol e sombra, nos turnos manhã e tarde.

VARIÁVEIS	TR (° C)		FR (mov. min ⁻¹)		FC (bat. min ⁻¹)		TS (° C)	
	r	P	r	P	r	P	r	P
TA (° C)	0,1842	0,2553	0,2297	0,1538	0,3828*	0,0148	0,2650	0,0984
UR (%)	-0,0854	0,6005	-0,1431	0,3784	-0,2783	0,0820	-0,1020	0,5312

Correlações da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) com a temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) ao nível de 5% de probabilidade.

5.3.1. Correlação de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação chuvosa

Conforme os coeficientes de correlação entre os parâmetros fisiológicos e os climáticos na estação chuvosa apresentados pelos animais, Tabela 7, verifica-se que a TR apresentou correlação fraca, negativa com a temperatura ambiente e correlação desprezível e positiva com a UR, segundo com a classificação de RIBEIRO (1970).

Constata-se, na Tabela 7, que a FR apresentou correlação desprezível, negativa com a TA e uma correlação desprezível e positiva com a UR, segundo com a classificação de Ribeiro (1970); os valores dos coeficientes de correlação da FR com TA e TR foram negativos.

A FC apresentou correlação média, positiva e significativa ($P < 0,01$) com a TA e uma correlação média, negativa e significativa ($P < 0,01$) com a UR, fato também comprovado em estudos com caprinos Canindé e Moxotó realizados por FURTADO et al (2008), GOMES et al (2008), PAULO et al. (2009), SOUZA et al. (2008 a e b) e BARRETO et al. (2011) evidenciando a importância desta variável climática nas respostas produtivas dos animais, porém, se nota, mesmo com média correlação positiva com a FC, que a temperatura ambiente não apresenta correlação com a TR, dado que denota que os animais se utilizaram da FC como elemento prioritário para o controle e manutenção da TR em níveis adequados à espécie, bem como mostra que esses animais se encontram bem adaptados ao calor pelo fato da TR não ter sido influenciada significativamente pela temperatura do ar. SOUZA (2010) relata, estudando o estresse térmico de cabras Saanen no período chuvoso no estado do Ceará, resultados que se assemelham aos deste estudo.

Com relação à (TS) observa-se, no período chuvoso, Tabela 7, correlação fraca e positiva com TA porém fraca e negativa com a UR, segundo com a classificação de RIBEIRO (1970) indicando que, à medida em que a UR aumenta, ocorre diminuição na TS; resultados semelhantes foram relatados por SOUZA (2010) trabalhando com cabras Saanen no período chuvoso, no estado do Ceará.

Tabela 7. Coeficientes de Correlação (r) de Pearson entre os parâmetros fisiológicos e ambientais na estação chuvosa, nos ambientes sol e sombra nos turnos manhã e tarde.

VARIÁVEIS	TR (° C)		FR (mov. min ⁻¹)		FC (bat. min ⁻¹)		TS (° C)	
	r	P	r	P	R	P	r	P
TA (° C)	-0,1725	0,2873	-0,0425	0,7947	0,4107**	0,0085	0,2712	0,0905
UR (%)	0,1393	0,3912	0,0801	0,6230	-0,4197**	0,0070	-0,2911	0,0684

Correlações da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) com a temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) ao nível de 1% de probabilidade.

6. CONCLUSÕES

Em situação de desconforto térmico no período da tarde, as cabras mestiças Anglo-Nubiana manteve a temperatura retal dentro dos limites normais em detrimento do aumento dos batimentos cardíacos e elevaram a frequência respiratória como forma de dissipação de calor para manter a homeotermia.

As variações dos parâmetros fisiológicos em cabras mestiças Anglo-Nubiana, demonstrou boa adaptabilidade.

Os turnos e o uso de sombreamento exerceram efeitos sobre os parâmetros ambientais e fisiológicos para caprinos, mestiços em São Lourenço da Mata.

7. RECOMENDAÇÕES

Considerando que a maioria das pesquisas com caprinos tem sido desenvolvidas no semiárido do nordeste brasileiro, tendo como parâmetros principais as variações ambientais e fisiológicas em relação aos horários do dia e épocas do ano, suscita o desenvolvimento de novos trabalhos na região litoral/mata norte de Pernambuco uma vez que esta região enfrenta semelhantes condições estressantes do meio ambiente para que possa aprofundar e quantificar os prejuízos.

Orientar e demonstrar as faixas de conforto térmico para caprinos fazendo com que o produtor possa minimizar o impacto do estresse térmico com alternativas de instalações e tipos de sombreamento com baixo custo fomentando a produtividade.

Utilizar para o desenvolvimento da caprinocultura na região, animais mestiços da raça anglo nubiana pela sua adaptação às condições adversas

Mais pesquisas para fornecer informações aos produtores sobre o impacto ambiental no bem-estar dos caprinos, contribuindo para o fortalecimento da caprinocultura na região.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, B. E. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: Dukes, H. H.; SWENSON, H. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p.623-629.

AL-TAMIMI, H.J. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. **Small Ruminant Research**, v.71, n.1-3, p.280-285, 2007.

BAÊTA, F.C; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BARRETO, L. M. G.; MEDEIROS, A. N. DE.; BATISTA, A. M. V; FURTADO, D. A.; ARAÚJO, G. G. L. DE; LISBOA, A. C. C.; PAULO, J. L. DE A.; SOUZA, C. M. S. DE. Comportamento Ingestivo De Caprinos Das Raças Moxotó E Canindé Em Confinamento Recebendo Dois Níveis De Energia Na Dieta. **Revista Brasileira De Zootecnia**, V.40, P.834-842, 2011.

BRASIL, L. H. DE A.; WECHESLER, F. S.; JÚNIOR, F. B.; 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**, v.29, p.1632-1641,2000.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceitos e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CATON, G.H., et al. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society Agricultural Engineering**, v.24, n.4, p.711-714, 1981.

DARCAN N, GÜNEY O. Alleviation of climatic stress of dairy goats in Mediterranean climate. **Small Ruminant Research** 74:212–215, 2008.

FERREIRA, M. C. C.; QUEIROGA, R. C. R. E. Composição química do leite de cabras puras no curimataú paraibano durante o período de lactação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, V.58, N.330, P.21-26, 2006.

FURTADO, D.A.; GOMES,C.A.V.; MEDEIROS, A.N.DE.; FILHO,E.C.P.; JÚNIOR,V.L. Efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos Moxotó em confinamento e semiconfinamento. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.396-405, 2008.

GOMES, C.A.V.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N DE.; FILHO, E.C.P.; JÚNIOR, V.DE L. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.213-219, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estado> >, acesso em 04 de fevereiro de 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (julho de 2011). **Estimativa Populacional 2011**. Página visitada em 02 de julho de 2012.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 1115p.

JOCA, S. R. L.; PADOVAN, C. M.; GUIMARÃES, F. S. Stress depression and the hippocampus. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v.2, n.25, p.46-51, 2003.

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

LUCENA, L. F. DE A.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. DO.; MEDEIROS, A. N. DE.; SOUSA, B. DE. Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.17,n.6, p.672-679, 2013.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO (BRASIL). Disponível em: www.agricultura.gov.br/espécie/caprinos-e-ovinos
Acesso em 04/02/2014.

MARQUES, J.A. **O estresse e a produção de carne**. In: Prado, I. N.; Nascimento, W. G. Atualização na produção de pecuária de corte. 1 ed. Maringá: FADEC, 2001. v.1, p. 173-212.

MARTINS JÚNIOR, L.M.; COSTA, A.P.R.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; TURCO, S.H.N.; MURATORI, M.C.S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.01-07, 2007.

MEDEIROS, L.F.D. VVIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. DE.; MELLO, M. R. B. DE.; 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 da Indústria Animal**, v.65, n.1, p.7-14, 2008.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A. DE.; MOREIRA, C. E. DA. F.; PEDROSA, I. A. DE.; 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. **Boletim da Indústria Animal**, v.64, n.4, p.277-287, 2007.

PAULO, J. L. de A. **Índice de conforto térmico para caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento no semiárido paraibano** 82 p. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia – PB, 2009.

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**, v.6, n.1, p.83-88. 2011.

PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005, 195p.

PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/aunidade/artigos/>>. 2009. Acesso em: 28 abril. 2014.

RADOSTITS, O. M. Clínica veterinária - Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1736p.

REECE, W.O. DUKES. **Fisiologia de animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan, 2006. 925p.

RIBEIRO, M.E. Estatística descritiva. Comissão de planejamento agrícola (CEPA). João Pessoa: 1970. 166p.

ROBINSON, N.E. **Homeostase – Termorregulação**. In: Cunningham JG. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.550-560.

SAEG. **Sistema de Análise Estatística**, versão 8, UFV. 2000.

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 semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS, C. C., BONOMO, P. CEZÁRIO, A. S. Respostas fisiológicas de cabras Saanen, expostas ao sol e a sombra em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande. 2004, CD-ROM.

SHINDE AK, RAGHAVENDRA BHATTA SK, SANKHYAN, VERMA LD. Effect of season on thermoregulatory responses and energy expenditure of goats on semi-arid range in Índia. **Journal of Agricultural Science** 139:87–93, 2002.

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**, v.35, p.181-193, 2000.

SILVA, C. M. B. DE A. DA.; SOUZA, B.B DE.; BRANDÃO, P. DE 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*, v. 24, p.195-199, 2011a.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; LOPES, J. J.; MARQUES, B. A. A.; ALCÂNTARA, M. D. B.; CUNHA, M. G. G. Efeito do ambiente sobre os parâmetros fisiológicos de cabras Parda Alpina e Anglo Nubiana criadas em sistema semi-intensivo no semiárido paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 5, 2011, Piracicaba – SP. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP. 2011b.

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

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

SILVA, R.G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. 1 ed. São Paulo: Nobel, 2000, 286p.

SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N. DA; FILHO, J. M. P.; BATISTA, N. L.; FURTADO, D. A.; Respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano. **J. Anim. Behav. Biometeorol.** v.1, n.2, p.37 - 43, 2013.

SOUZA, P. T.; SALLES, M. G. F.; ARAUJO, A. A. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia e produção de caprinos. **Ciencia Rural.** v.42, n.10, p.1888 -1895, 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 Saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde**, v.6, n.1, p.77-82, 2011.

SOUZA, B. B.; LOPES, J. J.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, A. M. A.; SILVA, F. M. N.; SILVA, G. A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.6, n.2, p.47-51, 2010.

SOUZA, B. B. de. SOUZA, E. D. de. CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. de. SANTOS, J. R. S. dos; BENICIO, T. M. A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semiárido nordestino. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 275-280, 2008a.

SOUZA, B. B. DE.; SOUZA, E. D. DE.; SILVA, R. M. N. DA.; CEZAR, M. F.; SANTOS, J. R. S. DOS.; SILVA, G. DE A. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semiárido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 314-320, 2008b.

SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B.; SILVA, R. M. N.; CEZAR, M. F.; SANTOS, J. R. S.; SILVA, G. A.; SILVA, R. C. B. Avaliação da temperatura superficial de caprinos de diferentes grupos genéticos sob às condições climáticas do semiárido paraibano In: ZOOTEC, 2006. Recife- PE. **Anais...** Recife, PE: ABZ, 2006. p.1-5.

SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; CEZAR, M. F.; SANTOS, J. R. S.; TAVARES, G. P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.1, p. 177-184, 2005.

TITO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: SILVA, I. J. O., 1 Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite **Anais...** Piracicaba, 1998, p 10-23.

URIBE VELASQUEZ, L. F. U.; OBA, E.; BRASIL, L. H. A.; SOUSA, F. N.; WESCHSLER, F. S. Efeito do estresse térmico nas condições plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo-alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.1-10, 2001.