



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E HORMÔNIO CORTISOL COMO INDICADORES
DE ESTRESSE TÉRMICO EM CAPRINOS BOER EM CÂMARA CLIMÁTICA**

JACIARA RIBEIRO MIRANDA

**Campina Grande - PB
Setembro de 2016**

JACIARA RIBEIRO MIRANDA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E HORMÔNIO CORTISOL COMO INDICADORES
DE ESTRESSE TÉRMICO EM CAPRINOS BOER EM CÂMARA CLIMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Agrícola; Área
de concentração: Construções Rurais e
Ambiência.

Orientador: Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto

Campina Grande - PB
Setembro de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M672r Miranda, Jaciara Ribeiro.
Respostas fisiológicas e hormônio cortisol como indicadores de estresse térmico em caprinos boer em câmara climática / Jaciara Ribeiro Miranda. – Campina Grande, 2016.
67 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.
"Orientação: Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto".
Referências.

I. Ambiência. 2. Adaptabilidade. 3. Termorregulação. I. Lopes Neto, José Pinheiro. II. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB). III. Título.

CDU 613.11:636.3(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



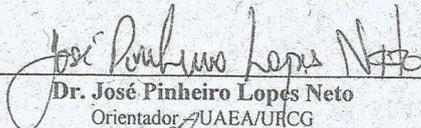
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

JACIARA RIBEIRO MIRANDA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E HORMÔNIO CORTISOL COMO
INDICADORES DE ESTRESSE TÉRMICO EM CAPRINOS BOER MANTIDOS
EM CÂMARA CLIMÁTICA

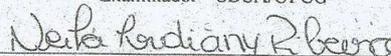
APROVADA: 30 de AGOSTO de 2016

BANCA EXAMINADORA


Dr. José Pinheiro Lopes Neto
Orientador - UAEA/UFMG


Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento
Examinador - UAEA/UFMG


Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo
Examinador - CDSA/UFMG


Dra. Neila Lidiany Ribeiro
Examinadora - PNP/CAPE/UFPA

Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó
58429-140 - CAMPINA GRANDE - PB
Fone: (83) 2101.1055. Fax: (83) 2101.1185
<http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag>

*Dedico este trabalho a **Minha Família**, por todo amor, carinho, amizade, compreensão pela ausência em momentos especiais e apoio durante o Mestrado.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS, primeiramente, por ter me dado força durante esses dois anos de mestrado, em meio às dificuldades e por poder virar mais uma página no livro de minha vida.

Ao meu orientador Prof. José Pinheiro Lopes Neto, que me estendeu a mão e me aceitou como orientanda em meios a tantos outros profissionais; acreditou no futuro deste projeto e contribuiu para o meu crescimento profissional e por ser também um exemplo a ser seguido. Agradeço pela paciência e dedicação que teve em repassar um pouco dos seus conhecimentos ajudando-me a concluir este trabalho.

A Valquíria Cordeiro da Silva que me apoiou antes, durante e depois que entrei no mestrado, incentivando-me durante as disciplinas, acordando cedinho comigo durante o experimento e coordenando tudo (risos), chorando ao meu lado tantas vezes e ao mesmo tempo me deixando mais tranquila em momentos difíceis não só do mestrado mas de casa, da família. Por ter sido companheira, amiga e por me ter feito crescer em tantos aspectos. Por tudo que representa na minha vida e também pela ajuda e incentivo através de palavras, carinho, amor e muito trabalho.

A Neila Lidiany Ribeiro que, de forma especial, me deu força e coragem e me apoiou nos momentos de dificuldades, no experimento. Obrigada por contribuir tanto na pesquisa como nos ensinamentos e no laboratório; das vezes em que a procurei e você, solícitamente, me atendia, além das palavras de força e ajuda.

Ao Prof. Dermeval, que disponibilizou alguns momentos de seu tempo para tirar dúvidas da pesquisa, sempre solícito e atencioso.

A meu filho, Ian Ribeiro, agradeço pela paciência e compreensão nos momentos em que estive ausente e pelos instantes felizes, juntos, que me enchem de satisfação, por ser mãe.

A minha Mãe Maria Neuma Ribeiro Miranda, pelo carinho, amor, dedicação, paciência, confiança e pelas vezes que abdicaste de teus sonhos para realizar os meus.

A meu Pai, Francisco Jacintho Miranda da Silva, por todos os esforços possíveis para dar continuidade a essa jornada, dando-me todo apoio e força.

A minha Avó, Lúcia Jerônimo, por sua dedicação, amor, apoio e todos os puxões de orelha.

A minha Tia - Mãe Maria Nilda Ribeiro, por tudo que representa em minha vida, por toda colaboração em todos os sentidos e pela paciência, amor e dedicação.

A minha Tia, Maria Norma Ribeiro e Meu Tio Ângelo Chaves, pela colaboração intelectual e toda dedicação, amor, apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos examinadores da banca, que disponibilizaram seu tempo para avaliar minha apresentação.

A todos os colegas do mestrado, em especial ao Clã (Jordânio, Ariadne, Joab, Patrício, Diego, Noelly, Elizângela, Luanna Amado, Sebastião Neto) que me receberam de braços abertos e aos demais amigos que por ventura, tenha esquecido.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela convivência harmoniosa, pelas trocas de conhecimento e experiências que foram tão importantes na minha vida acadêmica pois, através de seus ensinamentos e suas atitudes que servirão de exemplo para minha vida profissional.

A todos que, de forma direta ou indireta me ajudaram; aos funcionários e funcionárias da UFCG e aos demais que, por acaso tenha esquecido podem não estar sendo lembrados no papel mas sempre lembrados estarão no meu coração.

MUITO OBRIGADA!

*“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente,
mas o que melhor se adapta às mudanças”.*

(Charles Darwin)

RESUMO

No nordeste, a caprinocultura se destaca principalmente pela rusticidade das raças criadas na região e sua adaptabilidade a ambientes de temperaturas elevadas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos das diferentes temperaturas em câmara climática nas respostas fisiológicas, de desempenho e hormonal, em caprinos da raça Boer. O trabalho foi desenvolvido em câmara climática na UFCG, Campina Grande-PB. Utilizaram-se seis caprinos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ SRD com peso médio de 25 kg submetidos a três diferentes temperaturas controladas. O experimento foi realizado em duas etapas; na primeira etapa três animais foram submetidos a três temperaturas e em cada temperatura cinco dias eram de adaptação e 10 dias de coleta de dados com cinco dias para recomposição das funções fisiológicas entre as temperaturas; o mesmo procedimento foi adotado para a segunda etapa. Foram coletadas temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura superficial, além de comparadas quatro metodologias de estimativa da Temperatura Superficial Média. Os gradientes térmicos TS-TA, TR-TS e TR-TA foram estimados e coletadas amostras de sangue para avaliação do hormônio cortisol. O delineamento utilizado foi o DIC, com três tratamentos e seis repetições; os dados foram analisados por meio do SAS pela aplicação dos procedimentos GLM e Teste de Tukey ($T < 0,05$) para as variáveis significativas. As variáveis fisiológicas apresentaram efeito diretamente proporcional à temperatura ambiente, a frequência respiratória ficou dentro de faixas pertencentes a raças nativas. A frequência cardíaca variou de 100,6 bat/min (25,7°C) a 116,2 bat/min (33,4°C), 15%. A temperatura superficial teve aumento de 24%. Os gradientes foram afetados em temperatura ambiente elevada, assim como o consumo de ração, água, ganho de peso e conversão alimentar porém o cortisol não foi afetado pela temperatura ambiente elevada.

Palavras-chave: Ambiência; Adaptabilidade; Termorregulação.

ABSTRACT

The goat in the northeast it stands out mainly by the rusticity of breeds in the region and their suitability to elevated temperature environments. The objective of this research was to assess the effects of different temperatures out in climatic chamber in physiological responses, and hormonal performance in goats of the Boer breed. The work was developed out in climatic chamber at UFCG, Campina Grande-PB. Six $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ SRD goats with an average weight of 25 kg submitted to three different temperatures were used. The experiment was conducted in two stages. In the first stage three animals were subjected to three temperatures and at each temperature five days were adapted and 10 days of data collection. five days for recomposition of physiological functions between temperatures. The same procedure was adopted for the second stage. Rectal temperature, respiratory rate, heart rate and skin temperature were collected and compared four methods of estimation of Medium Superficial Temperature. Thermal gradients TS-TA, TR- TS and TR-TA were estimated and blood samples for evaluation of the hormone cortisol was collected. The design utilized was the DIC three treatments and six repetitions, the data were analyzed using SAS by applying the GLM procedures and Tukey test ($T < 0.05$) for the significant variables. The physiological variables were directly proportional effect at ambient temperature, respiratory rate was within ranges belonging to native breeds. Heart rate ranged from 100.6 beats / min (25,7°C) to 116.2 beats / min (33,4°C), 15%. The skin temperature is had an increase of 24%. Gradients were affected in elevated ambient temperature, as well as the feed intake, water, weight gain and feed conversion ratio, but cortisol was not affected by high ambient temperature.

Keywords: Ambience; Adaptability; thermoregulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração da câmara climática para simulação das condições estressoras	29
Figura 2. Foto termográfica para análise da TSM durante o período experimental em câmara climática.....	33
Figura 3. Variáveis climatológicas do período experimental (TA e UR).....	35
Figura 4. Temperatura retal em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	36
Figura 5. Frequência respiratória em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	37
Figura 6. Frequência cardíaca em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	39
Figura 7. Temperatura superficial em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	40
Figura 8. Gradiente térmico TS-TA em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	42
Figura 9. Gradiente térmico TR-TS em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	44
Figura 10. Gradiente térmico TR-TA em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	45
Figura 11. Consumo de ração em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	46
Figura 12. Consumo de água médio/dia em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	47
Figura 13. Ganho de peso em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	49
Figura 14. Conversão alimentar em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	50
Figura 15. Nível de cortisol em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca.....	31
Tabela 2. Médias e desvio padrão da média das variáveis TR, FR, FC e TS em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	41
Tabela 3. Média e desvio padrão da TS das metodologias utilizadas para a comparação de pontos analisados em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	42
Tabela 4. Médias e erro padrão da média do gradiente térmico TS - TA em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	43
Tabela 5. Médias e desvio padrão da média do gradiente térmico TR - TS em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	45
Tabela 6. Médias e erro padrão da média do gradiente térmico TR-TS em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática	45
Tabela 7. Médias e desvio padrão da média dos parâmetros: ganho de peso, consumo de água e consumo em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	49
Tabela 8. Médias e desvio padrão da média do parâmetro: conversão alimentar em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	51
Tabela 9. Médias e desvio padrão da média do parâmetro: hormônio cortisol em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática.....	51

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Caprinocultura no Nordeste.....	17
3.2 Raça Boer	17
3.3. Variáveis ambientais.....	18
3.3.1 <i>Temperatura do ar (TA)</i>	18
3.3.2 <i>Umidade Relativa do Ar (UR)</i>	19
3.3.3 <i>Velocidade do vento (VV)</i>	19
3.4 Variáveis fisiológicas	20
3.4.1 <i>Temperatura retal (TR)</i>	21
3.4.2 <i>Frequência respiratória (FR)</i>	21
3.4.3 <i>Frequência cardíaca (FC)</i>	22
3.5 Câmara termográfica	23
3.6 Câmara climática	24
3.7 Consumo de alimentos	25
3.8 Consumo de água	25
3.9 Hormônio cortisol.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 Local do experimento	29
4.2 Câmara climática	29
4.3 Animais utilizados	30
4.4 Procedimentos experimentais	30
4.5 Arraçoamento dos animais	31
4.5.1. <i>Ganho de peso (GP) e Conversão alimentar (CA)</i>	32
4.6 Coleta de dados.....	32
4.6.1 <i>Variáveis fisiológicas</i>	32

4.6.2 <i>Gradiente térmico</i>	32
4.7 Metodologias de Temperatura Superficial Média (TSM) analisadas.....	33
4.8 Hormônio cortisol.....	33
4.9 Análise Estatística	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÃO.....	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

O rebanho brasileiro de caprinos é constituído sobretudo por animais denominados SPRD (Sem Padrão Racial Definido), caracterizados pelo baixo peso e reduzida capacidade de produção porém apresentam alta resistência às doenças e ao clima, mesmo quando submetidos a uma alimentação reduzida. Apenas recentemente vem se melhorando este rebanho, introduzindo-se raças com aptidão para a produção de carne, a exemplo da raça Bôer, especializada em carne.

O cruzamento industrial está se tornando uma prática constante nos sistemas de produção de caprinos de corte uma vez que animais puros possuem preços elevados e os SRD apresentam baixo rendimento de carcaças. É possível obter, desses cruzamentos, maior velocidade de crescimento e melhor conformação e composição da carcaça. A eficiência deste processo depende das raças selecionadas, da individualidade dos animais, do nível nutricional dos mesmos e do ambiente ao qual os animais são inseridos (Silva sobrinho, 2001).

As mudanças climáticas promovem muitos prejuízos à produção animal visto que, à medida em que o animal se encontra em estresse calórico, a produção é diminuída e o mesmo utiliza de suas reservas energéticas para sua manutenção e não para a produção; com isto é de suma importância a preocupação com o bem-estar desses animais. A exposição ao estresse térmico causa mudanças nas funções biológicas dos animais como alteração no consumo, mudanças nas reações enzimáticas, nas secreções hormonais e nos metabólitos do sangue.

Tendo em vista que, em sua grande maioria os animais de produção são homeotérmicos, possuem mecanismos termorreguladores autonômicos que permitem ao organismo evitar variações em sua temperatura corporal mesmo que a temperatura ambiente sofra grandes alterações. Entre esses mecanismos estão os de ganho e os de perda de energia na forma de calor, sendo tais mecanismos controlados pelo sistema nervoso central em especial por uma região que se situa na transição entre o diencéfalo e o telencéfalo, denominada área pré-óptica do hipotálamo anterior, que contém neurônios altamente especializados e com extrema sensibilidade ao calor, que aumentam suas atividades com o respectivo aumento da temperatura ambiente; logo, inibem os mecanismos de ganho e ativam os mecanismos de perda de energia, exercendo importante papel integrador de todas as informações oriundas das várias regiões do organismo além de ser inerentemente sensível às alterações térmicas locais (Scarpellini & Bicego, 2010).

O estudo do comportamento dos animais possibilita, contudo, ao produtor racionalizar as práticas de manejo visando à redução de custos e aumentos na produção e produtividade

dos animais. O bem estar dos animais é dependente da concepção das instalações e das condições em que eles estão sendo criados sendo que os fatores ambientais podem causar impacto na produção, saúde e produtividade animal, devendo as instalações propiciar condições ideais de produção, cujos animais possam exibir todos os comportamentos (Silva, 2011).

Visando o crescimento da produtividade, a utilização de tecnologias produtivas vem aumentando, ressaltando a necessidade de manter os animais adaptados às adversidades climáticas, para servir como base aos programas de melhoramento 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., 2010).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos das diferentes temperaturas em câmara climática nas respostas fisiológicas, de desempenho e hormonal em caprinos da raça Bôer

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as modificações nas respostas fisiológicas temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura superficial (TS) em caprinos Boer mantidos nas temperaturas de 25,7, 29,4 e 33,4°C, em câmara climática;
- Avaliar a temperatura superficial do pelame (TS) dos caprinos por meio de imagens termográficas;
- Analisar diferentes metodologias de estimativa de temperatura superficial de caprinos por meio de pontos de coleta no intuito de definir um número mínimo adequado para coleta de dados superficiais;
- Analisar os gradientes térmicos existentes entre Temperatura Superficial - Temperatura do ar (TS-TA), Temperatura Retal - Temperatura Superficial (TR-TS), e Temperatura Retal - Temperatura do ar a fim de se estabelecer padrões de variação que expressem a capacidade do animal de trocar calor com o meio.
- Avaliar os parâmetros de desempenho (consumo de ração, consumo de água, ganho de peso e conversão alimentar) dos caprinos da raça Boer submetidos às temperaturas de 25,7; 29,4 e 33,4°C em câmara climática;
- Avaliar a dosagem do hormônio cortisol produzido pelos animais e as temperaturas de 25,7; 29,4 e 33,4°C em câmara climática.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caprinocultura no Nordeste

A caprinocultura é uma das práticas pecuárias mais antigas cuja origem remonta aos tempos da ocupação portuguesa. Está presente em todas as cinco grandes regiões do país, porém é mais efetiva no Nordeste. Uma vez conhecidas as configurações geossociais nordestinas, encontra-se parte dos motivos pelos quais nove entre dez cabeças do gado caprino brasileiro estão nesta região (IBGE, 2012).

O nordeste brasileiro tem uma área de 1.561.177,8 km², representando 18% do território nacional. A maior parte do território da região está sob a influência do clima semiárido caracterizado por um conjunto de fatores que a levam a uma forte deficiência hídrica: baixo índice pluviométrico anual, entre 200 e 800 mm (ASA Brasil, 2013) e irregularidade do regime de chuvas; alta taxa de evaporação, entre 1000 e 3000 mm anuais (EMBRAPA, 2011); baixa umidade e alta temperatura média (FUNDAJ, 2013). Porém mesmo com este cenário característico o Nordeste brasileiro se destaca na exploração de ruminantes domésticos, como a criação de caprinos (MAPA, 2013).

O rebanho nacional de caprinos alcançou em 2014, 8.851.879 cabeças, das quais 8.109.672 cabeças na Região Nordeste (91,6%). Em termos de tendência nota-se diminuição do rebanho na série de 2005 a 2014, para o rebanho caprino (Embrapa, 2011).

Dentre alguns fatores favoráveis à caprinocultura no Nordeste estão a adequação aos agroecossistemas do semiárido por parte do gado, a baixa necessidade de capital inicial, a capacidade de acumulação de renda em pequena escala, o elevado potencial de geração de ocupações produtivas, a fácil apropriação sociocultural e a oferta de produtos com grande apelo em novos mercados (Hollanda Júnior; Martins, 2008).

3.2 Raça Boer

A raça Boer foi introduzida no Brasil há cerca de oito anos com a finalidade de incrementar a produção de carne caprina no país. Porém poucos têm sido os trabalhos de avaliação da adaptabilidade, mesmo se considerando apenas a verificação dos parâmetros fisiológicos (Santos et al., 2003).

A raça Boer é originária da África do Sul, região tropical como o Brasil e dentre as raças selecionadas vêm sendo criados e pesquisados no semiárido e em outras regiões do país

(Lôbo et al., 2010), tendo os mesmos se destacado pelo elevado grau de adaptabilidade, quando testados em situação de confinamento (Santos et al., 2005) ou semiconfinamento (Silva et al., 2006). Segundo Rocha et al. (2009), há predominância do sistema extensivo na criação para caprinos, o que predispõe os animais às condições de temperatura e umidade inadequadas em determinadas épocas do ano. De modo geral, os animais não têm condições de exteriorizar todo o seu potencial produtivo nesse sistema de criação no semiárido, principalmente as raças especializadas para alta produção (Souza et al., 2011).

A raça Boer tem sido citada (Ribeiro, 1998) como uma das raças caprinas especializadas para corte, apresentando rendimento e características de carcaça superiores às outras raças caprinas, sendo indicada para cruzamentos visando à obtenção de cabritos com melhor desempenho para corte. Segundo Van Niekerk e Casey (1998) cabritos Boer de 23 kg de PV possuem carcaças com 13,8% de ossos, 68,1% de músculo e 17,8% de gordura total, sendo que somente 5,0% da gordura total da carcaça estão como gordura subcutânea denotando a escassa deposição nesta região. Lu et al. (2000) nos EUA, cruzaram machos Boer com fêmeas Spanish e Angorá e verificaram aumento na eficiência alimentar e ganho de peso nos cabritos cruzados.

3.3. Variáveis ambientais

3.3.1 Temperatura do ar (TA)

A temperatura do ar é o elemento climático que mais interfere no conforto térmico dos animais (Baeta & Souza, 2010). Em condições de altas temperaturas do ar a evaporação se torna a via mais eficiente para dissipação de energia térmica dos animais a qual ocorre na superfície da epiderme, pela sudorese e no trato respiratório (Veríssimo et al., 2009).

Em regiões como o semiárido as temperaturas ambientes quase sempre se apresentam acima da zona de conforto térmico para caprinos que, segundo Baeta & Souza (2010), está entre 20 e 30°C. Nesta região o clima apresenta temperatura ambiente elevada, que ultrapassa os 35 °C. Pereira et al. (2011), observaram avaliando o comportamento fisiológico de caprinos no semiárido paraibano, médias de temperaturas ambientes de 31°C no turno mais frio do dia.

O estresse térmico ocasionado por altas temperaturas do ar pode influenciar direta e indiretamente a homeostase animal, causando impactos negativos em vários aspectos como comportamento, metabolismo, produção, reprodução, crescimento animal podendo provocar prejuízos em relação à ingestão e digestão de alimentos, e até alterar a taxa metabólica dos animais, afetando negativamente o desempenho (Marai et al., 2007).

Pesquisas realizadas no semiárido por Bezerra et al., 2011 e Souza et al., 2011 demonstraram que a temperatura ambiente impõe uma situação de estresse aos animais visto que as temperaturas elevadas diminuem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente, dificultando a dissipação de calor dos animais para o meio.

3.3.2 Umidade Relativa do Ar (UR)

Em associação com altas temperaturas, a umidade relativa do ar pode influenciar o comportamento ingestivo de água por parte dos animais tendo em vista a ligação direta de ambas com o estresse calórico (Silva, 2011).

Quanto mais alta estiver a umidade relativa do ar em associação com altas temperaturas menos eficiente será a dissipação de calor por parte dos animais (Souza & Batista, 2012), pois a umidade relativa elevada é um fator que prejudica a liberação de calor através da respiração de várias espécies animais, sobremaneira pela dificuldade de trocas térmicas (Graciano, 2013).

Animais homeotermos são sensíveis à umidade relativa do ar, em vista de que o organismo usa a evaporação como o mecanismo mais relevante para a termorregulação e, sob condições úmidas, este mecanismo fica comprometido pelo acúmulo de calor no organismo (Pereira, 2008).

De acordo com Baêta & Souza (2010), a umidade relativa ideal para criação de animais domésticos se situa entre 50 e 70%.

Starling et al. (2002) observaram, trabalhando com ovinos submetidos a estresse térmico por calor em Jaboticabal, que em ambientes de altas temperaturas tanto o excesso quanto a deficiência de umidade são prejudiciais aos animais. Em ambientes quentes e muito secos ocorre evaporação muito rápida podendo causar irritações cutânea e desidratação geral. Se o ambiente é quente e úmido, a evaporação se torna lenta, podendo reduzir a termólise e aumentar a carga térmica de calor do animal, principalmente porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção e radiação é prejudicada.

3.3.3 Velocidade do vento (VV)

Os elementos climáticos são grandezas meteorológicas que variam com o tempo e o espaço, como a temperatura do ar, a umidade relativa, o vento, a precipitação pluviométrica, a radiação e a nebulosidade (Ferreira, 2011).

O vento é o movimento do ar na atmosfera oriundo das diferenças de pressão atmosférica. As causas dessas diferenças de pressão estão relacionadas com a radiação solar e os processos de aquecimento de massas (Ferro et al., 2010).

A velocidade do vento pode influenciar positivamente na condição de conforto dos animais auxiliando-os na manutenção e na sua produtividade. Os ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 m/s são ideais para a criação de animais domésticos causando preocupações quando este atinge 8,0 m/s (Ferreira et al, 2007). Segundo esses autores em condições de desconforto térmico, a movimentação do ar é considerada indispensável para melhorar as condições do ambiente. A movimentação do ar sobre a pele do animal influi diretamente na perda de calor por meio da evaporação da umidade da pele do animal.

Termicamente, o vento proporciona conforto aos animais haja vista facilitar a troca de calor com o ambiente. Sanitariamente, o vento minimiza os efeitos da poluição evitando que se tornem um problema para os animais (Paulo, 2009).

3.4 Variáveis fisiológicas

Segundo Scarpellini & Bicego (2010) os animais homeotérmicos possuem mecanismos termorreguladores que os tornam capazes de manter em equilíbrio a temperatura corporal mesmo com alteração da temperatura ambiente, utilizando-se de mecanismos de trocas de calor.

Em determinada faixa de temperatura efetiva ambiental o animal mantém praticamente constante a temperatura corporal com mínimo dos mecanismos termorregulatórios, faixa esta conhecida como zona de conforto térmico (ZCT), onde não há sensação de frio ou calor e o desempenho do animal em qualquer atividade é otimizado.

Em temperaturas acima da zona de conforto térmico os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Em situações nas quais o animal não consegue dissipar o calor excedente através dos mecanismos citados, a temperatura retal se eleva acima dos valores fisiológicos normais e se desenvolve o estresse calórico responsável, em parte, pela baixa produtividade animal nos trópicos. A temperatura retal, a frequência respiratória e o nível de sudação, cumprem um importante papel na termorregulação dos animais (Nóbrega et al., 2011).

A adaptabilidade de um animal é vista como a capacidade de sobreviver e reproduzir em um determinado ambiente ajustando-se através de alterações fisiológicas, anatômicas ou morfológicas. Pode-se dizer que uma característica muito importante na seleção dos animais

no início da domesticação foi a capacidade que eles tinham de se adaptar aos mais diversos ambientes e intempéries climáticas (Baeta & Souza, 2010).

3.4.1 Temperatura retal (TR)

O estresse térmico é um dos fatores limitantes da produção caprina nos trópicos em especial no semiárido e para que esses animais mantenham a temperatura interna controlada torna-se necessário o equilíbrio entre o ganho e a perda de calor (Lucena et al., 2013).

Atualmente, a referência fisiológica desta variável pode ser obtida mediante a temperatura retal que pode variar nos caprinos adultos de 38,5 a 40,0 °C (Pereira et al., 2011). Segundo os mesmos autores, a temperatura retal expressa o desconforto animal diante de determinado ambiente visto que representa a temperatura do núcleo corporal; sendo assim, é muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças, tal como para verificar o grau de adaptabilidade dos animais domésticos.

Vários fatores são capazes de causar variações na temperatura retal, dentre eles a estação do ano, idade, sexo, turno do dia, exercício, ingestão e digestão de alimento e consumo de água. Silva et al. (2011) verificaram, observando mestiços Saanen x Bôer em ambiente com temperatura do ar de 30,5 a 32,6°C valores médios de temperatura retal (TR) de 38,5°C. Souza et al.(2011) constataram, ao avaliar a TR de Saanen criadas no estado do Ceará, que os animais, apesar de terem sido criados em confinamento na ausência de radiação solar direta, sofreram influência das condições climáticas adversas e tiveram alteração em seus parâmetros fisiológicos.

3.4.2 Frequência respiratória (FR)

Os caprinos se utilizam do aumento da frequência respiratória como forma de manter sua homeotermia em temperatura elevada (Gomes et al., 2008). Os caprinos apresentam frequência respiratória média de 25 mov/min (Swenson and Reece, 2006) sendo um excelente indicador do estado de saúde ou de conforto térmico dos animais, porém deve ser adequadamente interpretada, visto que pode ser influenciada pela espécie, idade, exercícios, excitação e fatores ambientais. Assim, caso ocorra frequência respiratória alta e o animal for eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse calórico.

Segundo Moraes (2010) a frequência respiratória, quando é mantida alta por curtos períodos constitui-se uma maneira eficiente de perda de calor mas, caso isto ocorra por várias horas poderá resultar em sérios problemas para os animais. Uma das respostas homeostáticas

dos mamíferos ao estresse térmico inclui o aumento da frequência cardíaca e respiratória (Neri, 2012). A elevação da taxa respiratória é uma das primeiras reações quando os animais são expostos ao calor (Silva et al., 2012), sendo a vasodilatação periférica, sudorese e aumento da frequência respiratória as primeiras reações.

A perda de calor pelo trato respiratório, tal como pela pele, implica em um processo de mudança de estado físico, de líquido para vapor, o que ocorre com o ar umedecido nas vias respiratórias superiores, como o suor (Almeida, 2009) e tal processo se torna possível devido ao calor latente de vaporização (Silva, 2011).

Santos et al. (2005) verificaram ao estudar a adaptabilidade de caprinos Bôer, Pardo-Alpino, Moxotó e Pardo Sertanejo em confinamento, no semiárido do Nordeste, que a FR de todas as raças estudadas foi influenciada pela temperatura ambiente, em especial no turno da tarde e que mesmo os animais das raças consideradas exóticas tenham apresentado alto grau de adaptação às condições climáticas do semiárido, assemelhando-se às raças naturalizadas, quando confinados.

3.4.3 Frequência cardíaca (FC)

Os efeitos do estresse térmico sobre a frequência cardíaca variam, sendo o aumento ou redução da mesma, ligado à intensidade de estresse a que os animais estão submetidos e a capacidade de sua adaptação (Cerutti et al. 2013).

Segundo Souza et al. (2008), sempre que a temperatura do ar aumenta, a FC também aumenta, sendo sempre superior no turno da tarde, porém, quando o estresse térmico persiste, a frequência cardíaca diminui como resposta do animal na busca por diminuir a produção de calor.

A frequência cardíaca normal para caprinos adultos está em torno de 70 a 120 bat/min; no entanto, os valores podem variar dependendo da raça, idade, trabalho muscular e temperatura do ar (Swenson and Reece, 2006).

Em caprinos das raças Bôer, Anglo-Nubiana, Moxotó e Pardo- Sertaneja com idade de um ano, Santos et al. (2005) encontraram média de FC de 81,65; 74,06; 95,39 e 74,46 bat/min, respectivamente. Souza et al. (2008) avaliaram a FC de caprinos dos grupos genéticos: ½ Bôer + ½ SRD; ½ Anglo- Nubiana + ½ SRD; ½ Savana + ½ SRD; ½ Kalarari + ½ SRD e ½ Moxotó + ½ SRD no semiárido paraibano e não verificaram diferença entre composição genética, porém foi maior no turno da tarde (127,96 vs 125,18 bat/min). A média da FC em

caprinos desmamados da raça Moxotó citados por Gomes et al. (2008) foi de 113,2 e 113,6 bat/min, respectivamente, às 9 e 17 horas.

3.5 Câmera termográfica

A termografia infravermelha (TIV) é uma técnica moderna, segura e não invasiva de visualização do perfil térmico sendo útil para avaliar o estresse térmico dos animais (Moura et al., 2011), visto que detecta variações mínimas de temperatura corporal com precisão (Knížková et al., 2007).

Possui rápida utilização e não se faz necessário conter o animal, contato físico nem o uso de sedativos. A leitura deve ser realizada a 2 metros de distância do animal (Cilulko et al., 2013).

Segundo Godyn et al. (2013), o equipamento é leve e portátil, mostrando grande sensibilidade na variação da temperatura do animal. A técnica depende da habilidade do operador e do animal ficar parado por alguns segundos (Cruz Júnior, 2011). Existem algumas limitações no uso dessa técnica que devem ser levadas em consideração para que sua utilização tenha a máxima eficiência, como a utilização em ambiente tranquilo e esperar que o animal se ajuste de forma natural (Cilulko et al., 2013).

O sensor de uma câmera termográfica permite que a energia de radiação seja convertida em sinal elétrico, sendo transformado para a forma digital cujos valores representam as temperaturas de pontos particulares da imagem (Godyn et al., 2013). Os termovisores captam as radiações infravermelhas transformando-as em um mapa térmico da superfície do animal (Kunc et al., 2007). Cada região do animal que é captada emite esta radiação infravermelha diferente que é interpretada como uma cor de acordo com uma escala de tonalidade (Martins, 2011).

Os dados obtidos por digitalização são processados por computador proporcionando análise detalhada do campo de temperatura (Da Cruz Júnior, 2011). O software da câmera permite a análise de dados de temperatura em qualquer área do termograma (Godyn et al., 2013).

Desta forma, a câmera termográfica tem mostrado eficiência na identificação da energia térmica emitida através da superfície de objetos, transformando-a em uma imagem visível ao olho humano e mostrando as informações sobre as temperaturas através de cores visíveis (Godyn et al., 2013).

Na atualidade a câmera termográfica possui aplicações em inúmeros setores, inclusive na produção animal (Graciano, 2013). A temperatura corporal é um indicador importante para o diagnóstico de doenças nos animais e dos seus estados fisiológicos (Poikalainen et al., 2012).

Variáveis como dor e estresse, inclusive térmico interferem diretamente nesse tipo de observação (Martins, 2013). A termografia infravermelha (TI) é utilizada na detecção da variação da temperatura do olho a fim de detectar estresse em ruminantes (Stewart et al., 2008). Tem sido investigado o potencial da TI para identificar a inflamação associada com a claudicação em vacas leiteiras (Alsaod & Buscher, 2012; Stokes et al., 2012), auxiliar no diagnóstico de mastite (Colak et al., 2008), lesões na pele de animais (Poikalainen et al., 2012); na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial sobre o bem-estar animal (Stewart et al., 2008).

Sendo assim, a termografia infravermelha pode ser apresentada como um método não invasivo capaz de avaliar a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo animal e transformá-la em uma imagem visível ao olho humano (Sümbera et al., 2007).

3.6 Câmara climática

Câmaras climáticas são equipamentos amplamente utilizados em diversos segmentos industriais e instituições de pesquisas com o objetivo de simular determinadas condições de temperatura, umidade, luminosidade, velocidade do vento etc.

Segundo Brionísio (2006), no interior de câmaras climáticas as temperaturas sofrem variações ao longo do tempo, bem como a umidade relativa do ar, que é altamente dependente da temperatura por fatores como manejo dos animais e seus processos fisiológicos, como respiração, transpiração e micção constantes, alteraram a temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara climática.

Em trabalhos desenvolvidos por Eustáquio Filho et al. (2011) verificou-se, trabalhando com ovinos da raça Santa Inês em câmara climática, a impossibilidade em manter as variáveis bioclimatológicas fixas em escalas padrão, havendo variações para mais e para menos em todo o decorrer dos experimentos. Como Araújo (2013) trabalhando com caprinos Anglo Nubiano em câmara climática constatou situação semelhante e correlacionou com a constante abertura da câmara para o manejo experimental, que afeta os parâmetros ambientais, fato também identificado por Lucena et al. (2013), trabalhando com caprinos nativos em câmara climática.

3.7 Consumo de alimentos

A alimentação animal é um requisito que deve ser tratado com máxima importância nos sistemas de produção, tal como o consumo de alimentos, em quantidade e qualidade, para alcançar melhor produtividade. Por intermédio dos alimentos os animais ingerem os nutrientes necessários para sua manutenção e produção (Lana, 2007). Porém os custos de uma boa nutrição são bastante representativos podendo chegar a até 80% do custo total de toda a despesa do sistema produtivo.

Segundo Pereira et al. (2011), os caprinos são animais considerados rústicos mas quando expostos a fatores de estresse como altas temperaturas e radiação e elevada umidade, podem sofrer alterações no comportamento ingestivo. Silva et al. (2006) citam que o consumo de alimentos pelos animais é controlado por vários fatores, dentre eles os mecanismos fisiológicos e o estresse calórico. Durante o estresse por calor há redução no consumo dos alimentos (Candido et al. 2007), como forma de reduzir o metabolismo e a produção de calor interna

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho dos animais já que exerce grande influência no consumo de ração (Butolo et al., 2002) e, com isto afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar.

O consumo de alimentos pode ser influenciado por diversos fatores, tais como: os ligados ao alimento (forma física do mesmo, idade da forrageira, método de conservação, teor de matéria seca, tamanho do corte, disponibilidade de água etc.), os fatores ligados ao manejo (disponibilidade de forragem, quantidade oferecida, número de refeições diárias, mudanças bruscas no tipo de alimento etc.), por fatores relacionados ao próprio animal (idade, sexo, aptidão produtiva e estado fisiológico), fatores ambientais (temperatura, umidade etc) e interações sociais (Correa et al., 2010; Roberto & Souza, 2011).

3.8 Consumo de água

A regulação da temperatura corporal e as funções relacionadas com a digestão e metabolismo do animal, a exemplo da síntese e hidrólise de moléculas, excreção, regulação da homeostase, lubrificação das articulações e outras, têm contribuição significativa da água. É também excelente solvente para a glicose, aminoácidos, íons minerais e vitaminas solúveis, além de ter atuação no transporte de resíduos metabólicos (NRC, 2001) e ser um importante componente estrutural do corpo.

Na regulação da temperatura corporal, por conta de seu elevado calor específico, a água é capaz de absorver o calor produzido nas reações com um mínimo de elevação da temperatura, dissipando-o para a pele, pulmões e intestino. A alta tensão superficial da água auxilia na coesão das células e na manutenção das articulações, sendo também o principal constituinte de líquidos orgânicos particulares, como sinovial, humor aquoso, cefalorraquidiano, entre outros, exercendo ação lubrificante e protetora contra choques mecânicos (Nunes, 1998).

Abioja et al. (2010) comentam que em condições de temperaturas ambiente elevadas os animais aumentam a ingestão de água sendo conveniente o oferecimento em quantidade e qualidade desejáveis.

Trabalho desenvolvido por Araújo (2013) mostrou que a procura pela água foi registrada maior com o aumento da temperatura no interior da câmara bioclimática pelo fato de haver uma relação direta entre aumento da temperatura ambiente e procura e consumo de água.

Segundo Silva et al. (2006), o consumo de alimentos pelos animais é controlado por vários fatores, dentre eles os mecanismos fisiológicos, como o volume de ingestão no trato digestivo, a densidade energética de nutrientes no sangue e o estresse calórico.

Diante da importância da água nas funções fisiológicas, metabólicas e estruturais para o animal, a mesma deve estar disponível diariamente, na quantidade e qualidade adequadas, especialmente se esses animais forem alimentados com dietas secas e em ambientes de elevada temperatura do ar, à semelhança do Semiárido brasileiro, na maioria dos meses.

3.9 Hormônio cortisol

O cortisol não pode ser visto apenas como efeito negativo pois é essencial à vida e é responsável por vários processos e também funciona amplificando o efeito de outros hormônios no organismo. A liberação mínima de cortisol tem, como objetivo, manter a homeostase, conservando o equilíbrio interno do organismo; no entanto, essa secreção mínima varia de indivíduo para indivíduo.

Os animais reagem em diferentes situações de acordo com o seu temperamento (uma organização hormonal, nervosa e física), que pode ser definido como a percepção e reação a estímulos que se originam em situações de desconforto ou ameaça, tanto do ambiente como de manejo. O animal pode desencadear uma resposta emocional que se manifesta por mudanças comportamentais, provocando alterações fisiológicas, denominadas genericamente

estresse (Gradin, 1997) liberando, inicialmente, catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e, posteriormente, glicocorticóides (cortisol e corticosterona).

O cortisol é antagonista fisiológico da insulina promovendo a quebra de moléculas de carboidratos, lipídios e proteínas, para preservar a maior quantidade possível de calorias, atrasando o metabolismo.

Situações estressantes causam aumento nos níveis plasmáticos de glicocorticóides, principalmente o cortisol (Vasquez; Herrera, 2003). O efeito do estresse começa com a percepção de uma ameaça potencial à homeostase pelo sistema nervoso central. Percebida a ameaça, o organismo desenvolve uma resposta biológica ou defesa. Assim o princípio da resposta fisiológica ao estresse se manifesta, seguindo os princípios gerais da fisiologia pela perda da homeostasia (Cannon de La Paz, 1911), em que o primeiro sinal da resposta biológica é comportamental diante do agente estressor e em seguida o sistema nervoso autônomo responde frente a uma situação de perigo ou estresse, cuja descarga autonômica é controlada por centros medulares hipotalâmicos, do tronco cerebral ou mesmo por porções do córtex cerebral que ativam os centros inferiores.

As glândulas adrenais estão intimamente relacionadas à chamada *Síndrome Geral de Adaptação*, a qual constitui o conjunto de reações inespecíficas, desencadeadas quando o organismo é solicitado a se adaptar a algum estímulo ameaçador ou adverso (Selye, 1936), que se desenvolveria em três estágios sucessivos. O primeiro estágio configura a “reação de alarme”, e representa a resposta inicial do organismo frente a qualquer ameaça; este ocorreria quando o organismo não estivesse adaptado ao estímulo recebido. Em seguida, sendo mantido o estímulo, ocorreria a “fase de resistência”, caracterizada pela ativação de mecanismos adaptativos. Não ocorrendo adaptação, desenvolver-se-ia o “estágio de exaustão” onde o organismo estaria susceptível a distúrbios patológicos (Van de Kar et al., 1991).

A regulação da secreção de cortisol se dá pelo hormônio adenocorticotrófico (ACTH). Inicialmente o hipotálamo secreta CRH (hormônio liberador de corticotrofina) que pelo sistema de vasos porta-hipotalâmicos-hipofisários, atinge a adenohipófise para produzir ACTH (hormônio adrenocorticotrófico). O CRH funciona como neurotransmissor ativando a liberação do ACTH. O ACTH, por sua vez, atinge o córtex da supra-renal que forma o hormônio cortisol (Amaral, 2008).

Característica da regulação da secreção de cortisol é a sua natureza pulsátil e seu padrão diurno, pois apresenta ritmo circadiano em sua liberação. As menores intensidades secretoras ocorrem durante as horas da noite, em torno da meia-noite. As maiores intensidades secretoras ocorrem pouco antes das 8h da manhã (que representa metade da secreção diária total do

hormônio). O relógio interno pode ser alterado pela alternância do ciclo sono/vigília, provocadas pela luz/escuridão através da retina que envia essa informação para os núcleos supraquiasmáticos no hipotálamo. O padrão de secreção varia de indivíduo para indivíduo mas tende a se manter constante para o mesmo indivíduo.

Em alta temperatura ambiente na fase aguda do estresse térmico, ocorre elevação da concentração sanguínea de cortisol (McFarlane et al., 1995) diminuindo a taxa de produção de calor metabólico (Salem et al., 1991).

Outros autores sugerem que os animais domésticos podem suportar algumas condições ambientais adversas mas alterações consideráveis têm sido observadas em diferentes espécies e indivíduos quanto à capacidade de ajuste às variações sazonais (Nazki; Rattan, 1991). O cortisol tem sido considerado bom indicador de estresse mas não é o indicador ideal pois outras situações podem modificar sua concentração que não o estresse térmico.

Rasooli et al. (2010) observaram que a exposição direta de carneiros à elevada temperatura ambiente aumentou a secreção de cortisol.

4. MATERIAL E MÉTODOS

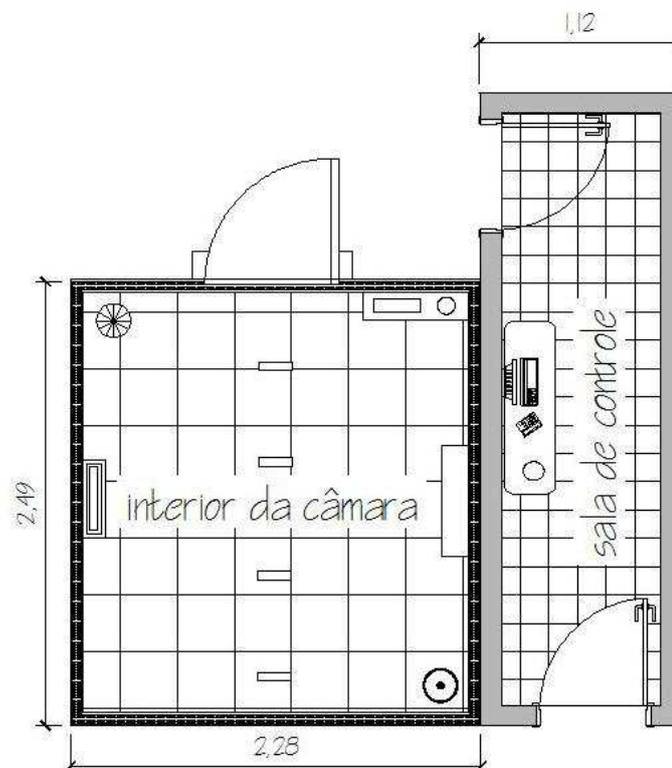
4.1 Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido em câmara climática pertencente ao LaCRA - Laboratório de Construções Rurais e Ambiente, na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB.

4.2 Câmara climática

A câmara climática utilizada no experimento possui 5,7 m² de área, pé-direito de 2,65 m sendo confeccionada em chapas de aço laminado com proteção anticorrosiva e preenchimento em poliestireno expandido, permitindo o isolamento térmico com o ambiente externo, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Ilustração da câmara climática para simulação das condições estressoras



Para o resfriamento e o aquecimento da câmara foi utilizado um condicionador de ar do tipo SPLIT com capacidade de 18.000 Btus e um aquecedor comercial. Para a umidificação e desumidificação foram empregados um umidificador e desumidificador

comercial. Todos esses equipamentos estavam acoplados ao sistema de controle MT-530 PLUS da *FullGaugeControls*® que era configurado via software SITRAD, responsável por adquirir e armazenar dados de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa (UR).

A aquisição dos dados via software SITRAD era realizada através de um termistor (TA) e um umidiostato (UR), ambos localizados em um envoltório permeável e posicionados na altura do centro de massa dos animais ($\pm 1,50\text{m}$); já a velocidade do vento (Vv) foi controlada através de ventiladores de teto e exaustores.

4.3 Animais utilizados

Foram utilizados seis caprinos machos inteiros destinados à produção de carne, da raça Bôer ($\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ SPRD) com peso inicial médio de 25 kg e idade média de 5 meses.

4.4 Procedimentos experimentais

Os animais foram submetidos a 3 diferentes temperaturas controladas, sendo elas; T1 = 25,7 °C (zona de conforto térmico - ZCT), T2 = 29,4 °C (temperatura limite entre zona de conforto térmico e estresse térmico) e T3 = 33,4 °C (acima da ZCT) com umidade relativa do ar e velocidade do vento média de 67,6% e $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente.

O procedimento experimental foi realizado em duas etapas, separadamente, sendo que em cada etapa foram utilizados três animais diferentes totalizando seis animais, ao final da pesquisa.

A primeira etapa consistiu em submeter três animais às três temperaturas-teste sendo que, para cada temperatura, foram adotados um período de cinco dias de adaptação ao ambiente controlado, manejo e alimentação e 10 dias de coleta de dados. Entre o final de uma temperatura e início da próxima optou-se por oferecer, aos animais, um período de 5 dias para recomposição de suas funções fisiológicas. Desta forma, esta etapa teve duração de 55 dias.

O mesmo procedimento descrito acima foi adotado para a segunda etapa com a utilização de três novos animais com peso e idade semelhantes aos dos anteriores; assim, a fase experimental teve duração total de 110 dias.

Em cada etapa de estudo na câmara climática os animais foram submetidos a um programa de 8/16 (temperatura controlada/temperatura ambiente). Este procedimento visava submeter os animais a cada temperatura experimental pelo tempo de 8 h contínuas. O preparo diário da câmara para o experimento consistia em ligá-la às 7 h da manhã, permitindo um

tempo de 1 h para estabilização da temperatura interna. Após esta estabilização (8 h da manhã) iniciava-se, de fato, o período de 8 h em temperatura experimental, permanecendo os animais com a câmara fechada até as 16 h da tarde quando, a partir deste momento, a câmara era desligada e aberta para que fosse iniciado o período de 16 h contínuas em temperatura ambiente.

4.5 Arraçoamento dos animais

A ração fornecida foi à base de Feno de Tifton, farelo de milho, farelo de soja e suplemento mineral, de acordo com NRC (2001). A participação dos ingredientes e a composição química da dieta experimental se encontram na Tabela 1.

Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca

Ingrediente	kg
Feno de Tifton (<i>Cynodondactylon</i> , (L) <i>Pers</i>)	55
Milho	22
Soja	18
Suplemento mineral ¹	2
Composição Química	(%)
PB	15,9
EM	2,09
MS	88,96
FDN	43,23

¹Suplemento mineral (nutriente/kg de suplemento): vitamina A 135.000,00 U.I.; Vitamina D3 68.000,00 U.I.; vitamina E 450,00 U.I.; cálcio 240 g; fósforo 71 g; potássio 28,2 g; enxofre 20 g; magnésio 20 g; cobre 400 mg; cobalto 30 mg; cromo 10 mg; ferro 2500 mg; iodo 40 mg; manganês 1350 mg; selênio 15 mg; zinco 1700 mg; flúor máximo 710 mg; Solubilidade do Fósforo(P)emÁcido Cítrico a 2% (min.).

Os animais eram alimentados duas vezes ao dia (7 e 16 h), com ajuste diário do consumo de modo a permitir 10% de sobras sendo fornecidas, a cada animal, duas porções de 0,6 kg por dia, totalizando 1,2 kg/dia/animal. O consumo foi quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 h.

A água de procedência da empresa estadual de abastecimento era fornecida uma vez ao dia, sendo o consumo quantificado de acordo com o total diário fornecido (10 L) menos as sobras no período de 24 h. Tanto para a ração quanto a água o consumo foi determinado por meio de pesagem em balança de precisão.

4.5.1. *Ganho de peso (GP) e Conversão alimentar (CA)*

Todos os animais foram pesados no início e no término de cada temperatura. Para o cálculo do ganho de peso diário dos animais esses valores foram divididos pelos dias experimentais.

A conversão alimentar (CA) dos animais foi obtida pela razão entre a quantidade de alimento consumido e o ganho de peso obtido no período.

4.6 Coleta de dados

4.6.1 *Variáveis fisiológicas*

Foram coletadas as variáveis fisiológicas TR, FR, FC e TS. Para a medição da TR foi utilizado um termômetro clínico digital com escala de 32 a 43,9 °C, que era introduzido no reto de cada animal, com o bulbo em contato com a mucosa, permanecendo no reto até que o termômetro emitisse um sinal sonoro indicativo da estabilização da temperatura.

As medições de FR e FC foram realizadas através da auscultação indireta das bulhas, com o auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos e batimentos durante 30 segundos cujo resultado foi multiplicado por 2 para obtenção da frequência por minuto.

A TS foi coletada utilizando-se um termômetro infravermelho digital para obtenção da temperatura do pelame dos animais, sendo as leituras realizadas no costado, frente e canela. Paralelamente a este procedimento foi utilizada uma câmera termográfica marca FLUKE para obtenção do perfil térmico dos animais.

Dentro dos 10 dias experimentais de cada temperatura estudada (3º, 6º e 10º dia) eram coletados os dados fisiológicos de todos os animais, sempre às 8h da manhã.

4.6.2 *Gradiente térmico*

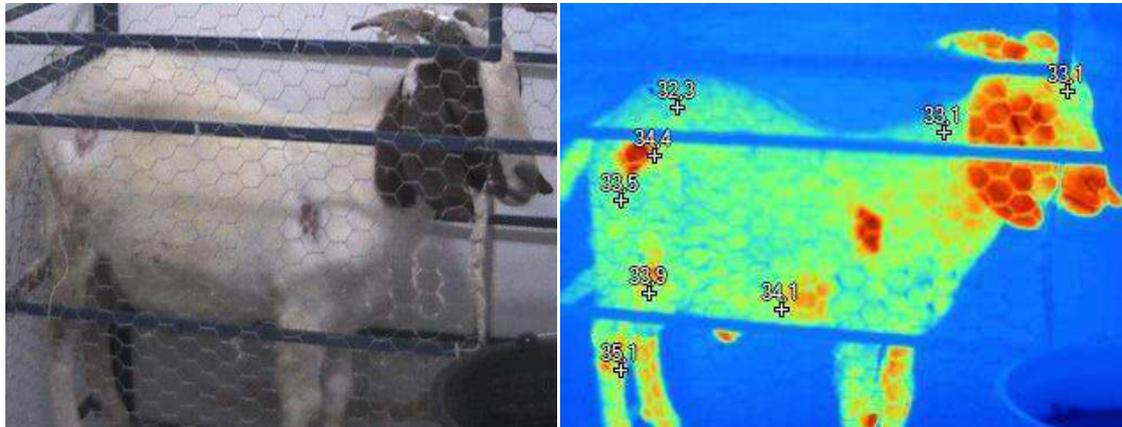
Foram calculados os gradientes térmicos TS-TA (temperatura superficial - temperatura ambiente); TR-TS (temperatura retal - temperatura superficial) e TR-TA (temperatura retal - temperatura ambiente) com o intuito de avaliar a adaptação dos animais às três diferentes temperaturas estudadas.

4.7 Metodologias de Temperatura Superficial Média (TSM) analisadas

O perfil térmico dos animais obtido através das fotos termográficas a uma distância de dois metros do animal, foi utilizado para retirada de dados em diferentes pontos dos animais com o intuito de comparar diferentes metodologias de estimativa da temperatura superficial média de caprinos.

Foram analisadas as metodologias propostas por Silva et al. (2010), Souza (2008), Souza et al. (2014), Furtado et al. (2014). A metodologia proposta por Silva et al. (2010) adota a obtenção da TSM a partir da coleta de dados em 3 pontos (fronte, costado e flanco). Enquanto que Souza (2008) recomenda uma obtenção da TSM a partir da média aritmética de 6 pontos (fronte, pescoço, costado, ventre, canela e lombo). Souza et al. (2014) recomendam a obtenção da TSM a partir de 7 pontos (fronte, pescoço, costado, lombo, coxa, ventre e canela). Furtado et al. (2014) recomendam a utilização de 8 pontos (fronte, pescoço, costado, lombo, coxa, ventre, canela e testículos).

Figura 2. Foto termográfica para análise da TSM durante o período experimental em câmara climática



4.8 Hormônio cortisol

As coletas foram realizadas em todos os animais, sempre às 8h da manhã, nos 4º, 7º e 9º dias experimentais, dentro de cada temperatura e fase de estudo.

Foram coletadas amostras de sangue para avaliação do hormônio cortisol através de punção na veia jugular, após assepsia com álcool iodado, com mínimo de traumatismo. Nas coletas foram utilizadas agulhas de calibre 0,8x25mm e tubos a vácuo de 5 ml contendo anticoagulante etileno diamino tetracetato de sódio (EDTA) a 10%; em seguida, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos. Após a centrifugação o sobrenadante foi

separado em alíquotas de 1,5 ml para quantificação do cortisol. As concentrações plasmáticas de cortisol foram analisadas e quantificadas pelo método Enzyme Linked Immuno Sorlent Assay (ELISA) utilizando-se *kits* laboratoriais de uso comercial (*In Vitro Diagnostic Ltda*), desenvolvidos para avaliação quantitativa dos hormônios.

4.9 Análise Estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (temperaturas) e seis repetições (animais). Os dados coletados foram analisados por meio do *Statistical Analysis System* (SAS, 2004) pela aplicação do procedimento GLM (Análise de Variância) e Teste de Tukey ($T < 0,05$) para as variáveis significativas.

Foi utilizado o seguinte modelo matemático:

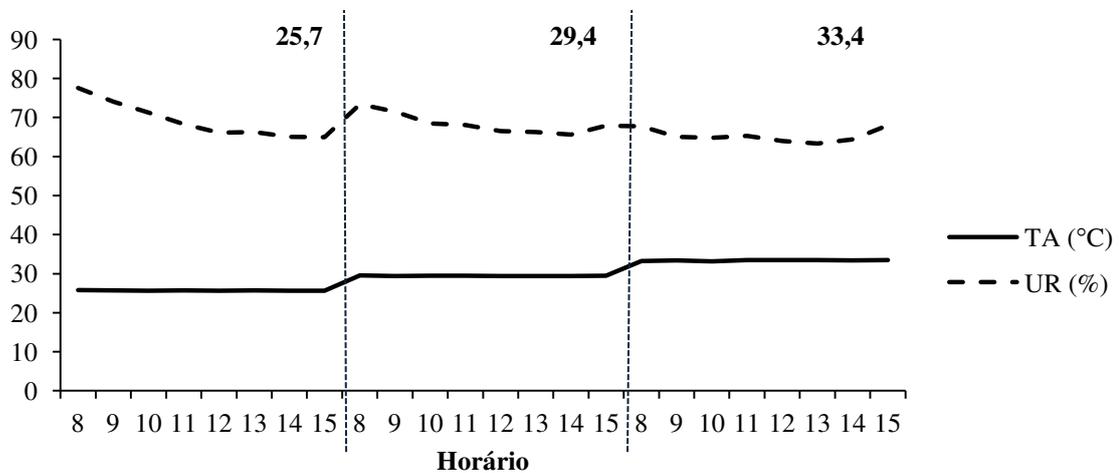
$Y_{ij} = M + T_i + e_{ij}$ em que:

- Y_{ij} é a variável dependente;
- M é a média geral;
- T_i é o efeito fixo de temperatura (25,7; 29,4 e 33,4 °C);
- e_{ij} é o erro, considerando média 0 e variância s^2 .

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

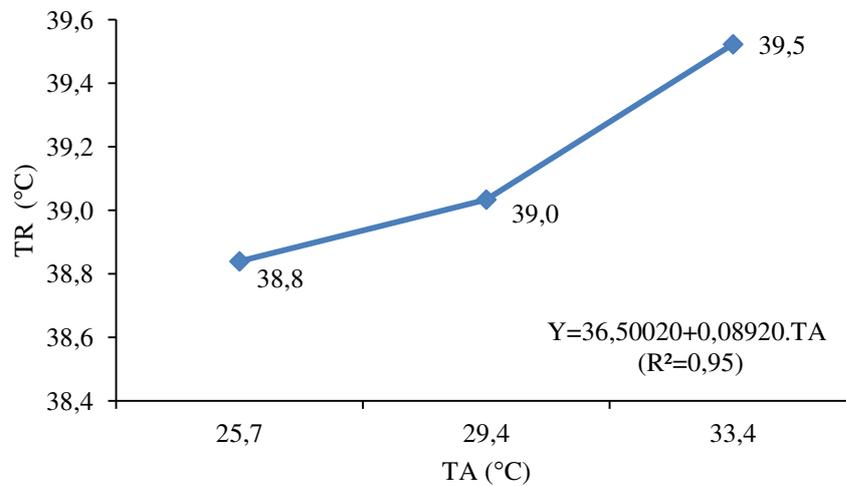
As variáveis TA e UR, sofreram variações no decorrer do experimento (Figura 3) podendo ser justificadas pela necessidade de abrir a porta da câmara nos momentos de manejar os animais e coletas experimentais, fato também identificado por Araújo (2013), Lucena et. al. (2013) e Estáquio Filho et al. (2011) em trabalhos desenvolvidos em câmara climática com caprinos Anglo Nubiano, nativos e ovinos da raça Santa Inês, respectivamente, que observaram diferenças entre as temperaturas pré-estabelecidas e as coletadas.

Figura 3. Variáveis climáticas no período experimental (TA e UR)



Pode-se observar na Figura 4, que a TR apresentou efeito diretamente proporcional à TA, atingindo 39,5 °C na maior temperatura analisada, porém se manteve dentro dos limites de conforto térmico para os animais mostrando que os caprinos Bôer apresentaram uma capacidade de dissipação de calor elevada visto que a TR, variável fisiológica de referência para a avaliação da homeotermia, apresentou-se dentro da normalidade para todas as temperaturas que, segundo Swenson e Reece (2006), se situa entre 38,8 e 40,0 °C.

Figura 4. Temperatura retal em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

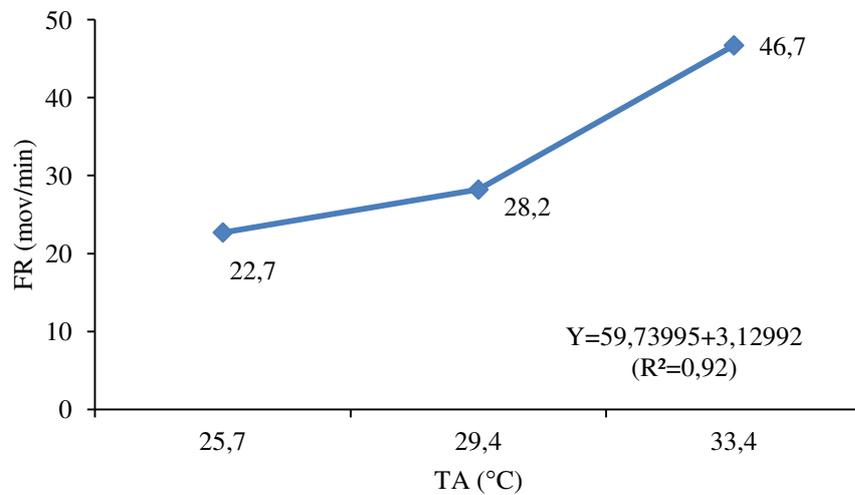


Observa-se na avaliação da TR, efeito linear. A TR dos caprinos, mesmo nas condições mais estressantes, com a elevação da TA, mostrou-se constante, demonstrando a boa adaptação dos caprinos Boer às condições estudadas. Esta capacidade dos caprinos em manter a TR normal mesmo em ambientes com TA considerado acima da ZCT, também foi relatada por Campo & Boere (2008), Barreto et al. (2011) em pesquisas com Canindé e Moxotó confinados e Lucena et al. (2013) verificaram, trabalhando em câmara climática com Canindé e Moxotó, semelhanças na TR em ambientes considerados estressantes e em conforto térmico.

Em trabalho desenvolvido por Starling et al. (2002), com ovinos Corriedale em condições climáticas controladas em câmara climática, com TA de 20, 30 e 40 °C, TR de 40,2; 40,2 e 40,1 respectivamente, os ruminantes, embora submetidos a uma TA de 40 °C, não alteraram a TR de maneira significativa demonstrando, assim, a eficiência da termólise evaporativa no processo de termorregulação por meio da sudorese e da respiração sendo este provavelmente, o motivo pelo qual não houve diferença entre as TR nas diferentes temperaturas estudadas.

A FR (Figura 5) apresentou-se dentro da normalidade para caprinos nas temperaturas de 25,7 e 29,4 °C variando de 22,7 a 28,2 mov/min já que esta é considerada normal quando apresenta valor médio de 27,66 mov min⁻¹, podendo variar entre 14 a 30 mov min⁻¹ (Swenson, 1996). Este resultado pode ser reforçado ao se comparar os resultados com os obtidos por Lucena et al. (2013) que apresentaram, trabalhando em câmara climática com Canindé e Moxotó valores variando de 24 a 29 mov/min nas temperaturas de 20,6 e 27,8 °C, respectivamente.

Figura 5. Frequência respiratória em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Para a FR observa-se efeito linear e embora o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico seja o aumento da frequência respiratória, esta resposta é a terceira na sequência dos mecanismos de termorregulação ocorrendo, inicialmente, a vasodilatação periférica e a sudorese (Swenson, 1996). O aumento ou a diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do estresse a que são submetidos os animais (Swenson, 1996). Assim, os animais aumentam a frequência respiratória apresentando a taquipnéia, como complemento ao aumento da taxa de sudorese, ambos constituindo, importantes meios de perda de calor por evaporação (Baccari Júnior, 2001).

Apesar desses animais terem carga genética de $\frac{3}{4}$ de animais exóticos, a mistura deles e a adaptabilidade que esta raça vem adquirindo devido à sua criação em semiárido, fizeram com que a FR ficasse dentro de faixas pertencentes a raças nativas, comparado-se com os resultados obtidos por Lucena et al, (2013) que estudando caprinos nativos Canidé e Moxotó em câmara climática, registraram uma FR média de 29 mov/min na temperatura de 27,8°C.

Altas FR, não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico pois a FR é mais um parâmetro de termorregulação do que um índice de estresse térmico, ou seja, quanto mais alta a frequência respiratória, mais o animal foi suficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, podendo não ocorrer estresse calórico (Campos & Boere, 2008), sendo isto variável de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de dissipação de calor na forma sensível (condução, convecção e radiação), visto que esses não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor na forma latente

(como a sudorese e/ou frequência respiratória), para dissipar calor, para regulação homeotérmica.

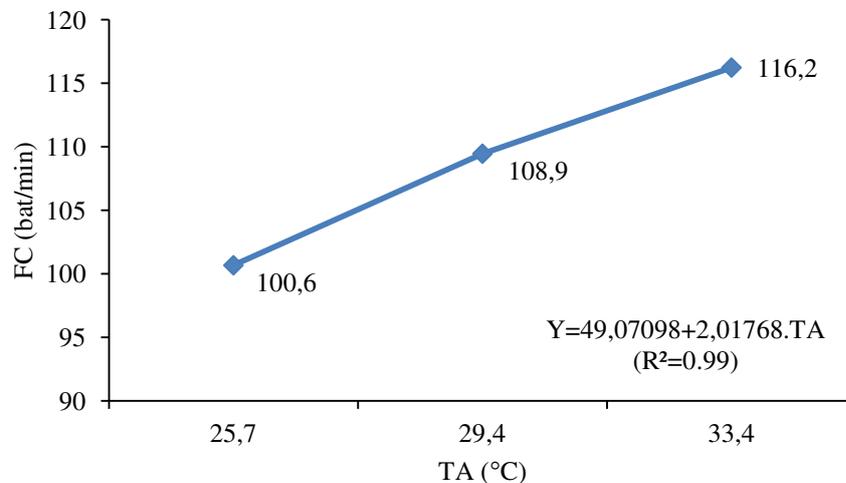
É importante destacar que na temperatura de 33,4 °C, a FR (46,7 mov/min) foi inferior à obtida por Gomes et al. (2008) quando registraram um valor de 65 mov/min para a mesma temperatura estudando animais nativos da raça Moxotó no semiárido nordestino, o que pode ser explicado pelo fato de que os animais estudados por Gomes et al. (2008) precisaram de um gasto maior de energia para trocar calor com o ambiente, sendo menos eficientes que os animais deste estudo, porém deve ser levada em consideração a diferença de localidade à qual os animais foram submetidos, a radiação não existente na câmara climática além da possível interação com os outros animais.

Os valores de FR na presente pesquisa ainda ficaram abaixo dos encontrados para caprinos mestiços Saanen/Boer por Lopes et al. (2012) de 58,6 e 79,4 mov/min para os turnos manhã e tarde com temperaturas entre 30 e 35 °C, respectivamente, indicando que os animais na presente pesquisa foram mais eficientes no uso de mecanismos termorreguladores. Além disso, pode-se lançar mão da hipótese de ainda existir uma margem de tolerância superior à comumente recomendada para FR em caprinos quando se trata de estresse térmico para a região semiárida brasileira.

Starling et al. (2002) encontraram, em experimentos com ovinos Corriedale em câmara climática, valores de 124,9 mov min⁻¹ a uma temperatura em câmara bioclimática de 20°C; é provável que esta diferença ocorreu pelo fato desses animais serem de raças lanadas, tendo maior dificuldade em dissipar calor, via sudorese.

Para a FC observou-se efeito linear; esta variável (Figura 6) apresentou valor médio de 116,2 bat/min na temperatura mais elevada (33,4°C), cuja ocorrência em altas temperaturas, é devida à vasodilatação periférica e diminuição da pressão sanguínea para diminuir a produção de calor porém não ultrapassou a zona de conforto dos caprinos que, segundo Fraser (1996), deve estar situada entre 70 e 120 bat/min.

Figura 6. Frequência cardíaca em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

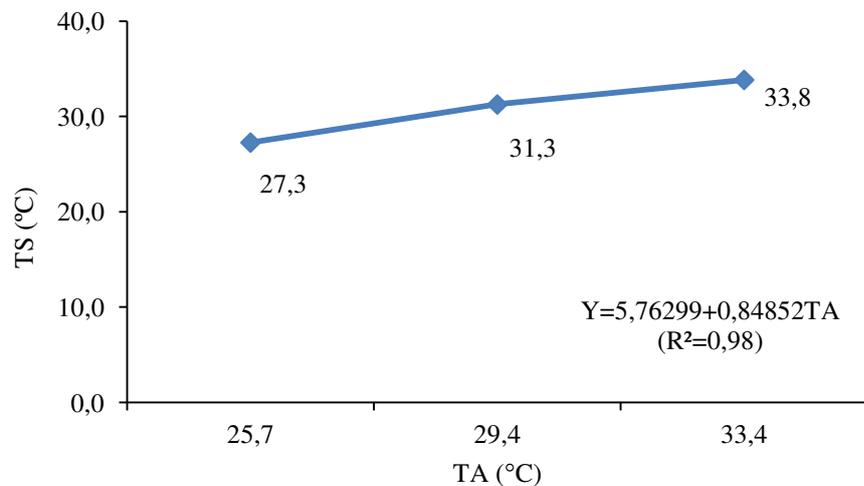


Estudos realizados por Souza et al. (2008) e Silva et al. (2010) indicaram que, à medida que a temperatura do ar aumenta, a FC também aumenta, enfatizando os resultados desta pesquisa.

Analisando os trabalhos desenvolvidos por Martins Júnior et al. (2007) avaliando animais das raças Boer e Anglo nubiano no semiárido em períodos seco e chuvoso e por Rocha et al. (2009) com animais da raça Azul e Saanen em Teresina - PI, observa-se que a FC registrada pelos autores foi inferior às obtidas na presente pesquisa podendo esses resultados indicar que os animais utilizados tinham predisposição a recorrer a este mecanismo de termorregulação o que, não necessariamente, indica que os animais estivessem em desconforto térmico, de vez que esses valores de FC foram elevados já na temperatura mais baixa (27,5 °C).

A TS (Figura 7) aumentou à medida que a TA se elevou. Para a mesma variável observou-se efeito linear. Verifica-se que na TA de 33,4 °C, a TS se encontra mais elevada (33,8°C), porém nesta temperatura também houve aumento das demais variáveis fisiológicas (FR, FC e TR) indicando que os animais ativaram seus mecanismos de controle térmico a fim de maximizar a dissipação de calor com vistas à manutenção da homeotermia. Indicando a importância de se analisar as interações entre as variáveis fisiológicas, na tentativa de compreender o estado térmico em que o animal se encontra e não uma variável isoladamente, por vez.

Figura 7. Temperatura superficial em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Em trabalho desenvolvido com caprinos Boer, Savana, Anglo nubiano e Moxotó no semiárido no período chuvoso e seco, Silva et al (2010) encontraram valores variando de 27,83 a 31,92°C que são semelhantes aos desta pesquisa visto que todas as raças apresentaram médias superiores para TS no período de temperatura mais alta como forma de maximizar a dissipação de calor por meio de trocas térmicas com o ambiente.

Os resultados obtidos para TS nesta pesquisa estão de acordo com os citados por Gomes et al. (2008) e Silva et al. (2006) que, trabalhando com caprinos nativos, encontraram valores de temperatura superficial mais elevados nos períodos de maior temperatura do ar, confirmando a correlação entre a TA e TS.

Lucena et al. (2013) citam, trabalhando em câmara climática em quatro temperaturas (20; 24; 28 e 32°C) com caprinos da raça Moxotó e Canindé, que houve diferenças na TS, provando que os animais se utilizam de mecanismos para manter a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a temperatura da superfície do animal (Baêta & Souza, 2010).

Segundo Habeeb et al. (1992), o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação); entretanto, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente.

Na Tabela 2 podem ser observados as médias e o desvio padrão da média das variáveis fisiológicas dos caprinos. Houve diferença significativa entre as variáveis fisiológicas nas três temperaturas avaliadas em que a FR foi a variável mais afetada na transição das temperaturas

com uma diferença duas vezes superior entre o menor e maior valor de FR tornando-se, desta forma, um mecanismo sensível às variações de temperatura podendo, assim, ser considerado como o primeiro mecanismo de verificação de desconforto térmico para caprinos.

Tabela 2. Médias e desvio padrão da média das variáveis TR, FR, FC e TS em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperaturas (°C)		
	25,7	29,4	33,4
Temperatura Retal	38,84±0,33b	39,03±0,25b	39,52±0,37a
Frequência Respiratória (mov/min)	22,78±2,73c	28,28±6,28b	46,72±7,07a
Frequência Cardíaca (bat/min)	100,67±8,29c	108,89±6,03b	116,22±9,96a
Temperatura Superficial (°C)	27,28±1,09c	31,27±0,65b	33,83±1,08a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Os animais conseguiram manter em faixas normais a FC em todas as temperaturas variando de 100,6 bat/min (25,7°C) a 116,2 bat/min (33,4°C), o que representa um aumento de 15%. A segunda resposta fisiológica com maior variação entre as temperaturas foi a TS, com aumento de 24% mostrando a importância da troca de calor na forma sensível para manutenção do equilíbrio térmico do animal.

As fotos termográficas foram utilizadas para coleta de dados de temperatura superficial em diversos pontos dos animais a fim de serem submetidos às quatro metodologias diferentes para estimativa da temperatura superficial média (TSM). A primeira metodologia seguiu Silva et al. (2010), a segunda metodologia seguiu Souza (2008), terceira metodologia seguiu Souza et al. (2014) e a quarta metodologia seguiu Furtado et al. (2014) (Tabela 3). Os dados não diferiram significativamente entre si, comprovando que não há influência da quantidade de pontos entre as diferentes metodologias de estimativa de temperatura superficial média de caprinos. Assim, a análise da temperatura superficial média de caprinos pode ser realizada satisfatoriamente por meio da coleta de somente três pontos (frente, costado e canela) descritos por Silva et al. (2010).

Tabela 3. Média e desvio padrão da TS das metodologias utilizadas para a comparação de pontos analisados em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

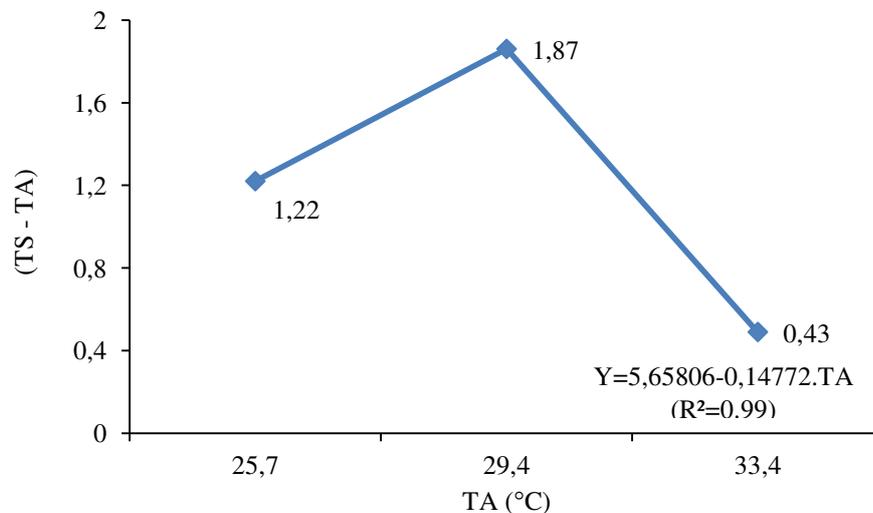
Variáveis	Metodologias			
	Silva et al. (2010)	Souza (2008)	Souza et al. (2014)	Furtado et al. (2014)
TSM (°C)	31,53 ± 2,55a	31,16 ± 2,74a	31,51 ± 2,55a	31,91 ± 2,36 a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

O gradiente térmico TS-TA foi calculado para as três temperaturas (Figura 8) e, para a mesma variável, observou-se efeito linear.

Segundo Eustáquio Filho et al. (2011), o ideal para os animais domésticos é que haja um gradiente em torno de 6°C entre a temperatura central do corpo e a superfície da pele e desta para com o ar.

Figura 8. Gradiente térmico TS-TA em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Verificou-se aumento de aproximadamente 52% no gradiente térmico quando a TA passou de 25,7 para 29,4 °C, além de um decréscimo de quase 200% quando variou de 29,4 para 33,4 °C, o que representa duas situações bem distintas, na primeira situação os mecanismos de troca de calor sensível e latente foram eficientes ocasionando aumento da temperatura corporal na TA de 29,4 °C a fim de garantir a liberação de calor para o meio, na segunda situação, TA = 33,4 °C, o gradiente térmico foi reduzido indicando redução na eficiência de troca de calor com o ambiente por meio do aquecimento da superfície corporal, o que reforça a hipótese de ocorrência de estresse térmico nesta última temperatura e é

corroborado por Cunningham (2008) ao afirmar que quando o animal tem necessidade de dissipar calor devido a temperaturas ambientais altas ou ao aumento da produção de calor, o fluxo sanguíneo para a pele é aumentado e o gradiente térmico TS - TA decresce, dificultando a dissipação de calor. Fazendo com que seja diminuído o uso de mecanismos evaporativos predominantes como a sudorese e a respiração e seja intensificado a FR auxiliando o animal na dissipação do calor, conforme pode ser resgatado na Tabela 4.

As médias e o desvio padrão da média do gradiente térmico TS-TA em caprinos da raça Bôer podem ser observados na Tabela 3. Houve diferença significativa entre as temperaturas de 29,4 e 33,4 °C, sem diferenciação das duas para a temperatura de 25,7 °C.

Tabela 4. Médias e erro padrão da média do gradiente térmico TS - TA em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperatura (°C)		
	25,7	29,4	33,4
TS – TA	1,22 ± 1,01a	1,87 ± 0,65a	0,43 ± 1,08b

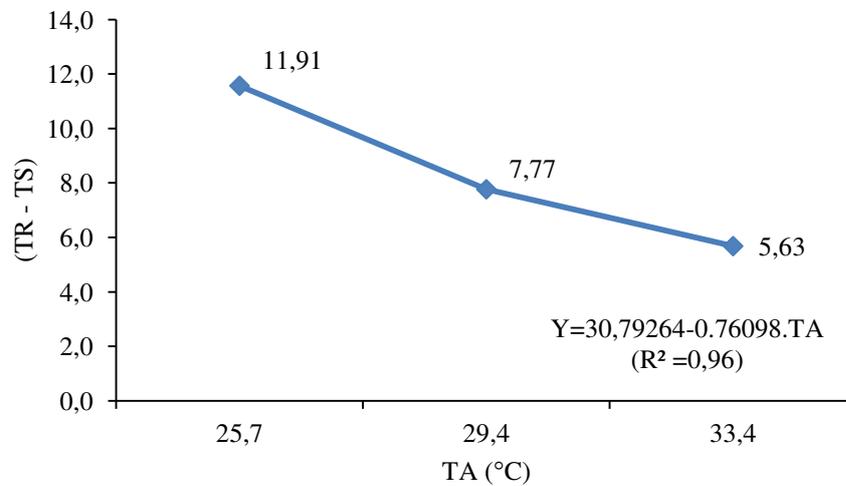
Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5% de significância

Araújo (2013) observou, trabalhando com caprinos Anglo Nubiano em câmara climática que as médias do gradiente térmicos entre TS-TA, diminuíram com a elevação da temperatura no interior da câmara reforçando os resultados obtidos neste estudo visto que, à medida que a TA aumenta, a eficiência das perdas de calor sensível diminui devido aos menores valores nos gradientes de temperaturas. Nesta situação o animal pode manter a temperatura do corpo por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se o estresse térmico persistir o animal passa a depender da perda de calor por evaporação, através da respiração e/ou da sudorese.

Neste estudo o gradiente entre a TR-TS (Figura 9) na temperatura de 25,7°C esteve em 11,91°C enquanto na temperatura de 33,4°C decresceu para 5,63 °C em razão da mínima variação da TR frente às variações ambientais; para a mesma variável observou-se efeito linear.

É importante ressaltar que, diferentemente da curva TS – TA apresentada, a curva TR – TS possui perfil decrescente em função da TR não representar diretamente um mecanismo de troca de calor e, sim, uma consequência do funcionamento dos sistemas de termorregulação cuja finalidade é mantê-la com o mínimo de variação possível.

Figura 9. Gradiente térmico TR-TS em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Os valores obtidos neste estudo para a TR-TS foram mais baixos em comparação aos valores citados por Souza et al. (2008) para mestiços F1 (½ Boer + ½ SRD, ½ Savanna + ½ SRD, ½ Anglo-nubiana + ½ SRD e ½ Moxotó + ½ SRD) e Roberto et al. (2014) com caprinos da raça Saanen e mestiço F2 (¾ Boer + ¼ Saanen), podendo ser explicado devido o ambiente diferente em que os animais se encontravam, além de que as diferenças ocorreram provavelmente, em função da TA avaliada, reduzindo os gradientes térmicos entre as temperaturas do núcleo central e a superfície corporal e desta com o ambiente.

Em uma situação como esta o animal pode manter a temperatura do corpo por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a TS, porém se o estresse persistir o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através do aumento da FR e evaporação cutânea; da mesma forma, no caso de uma situação de estresse por frio o organismo promove uma vasoconstrição periférica fazendo com que o sangue fique retido nos órgãos internos, reduzindo a perda de calor do corpo do animal para o ambiente. As médias e o desvio padrão da média do gradiente térmico TR - TS em caprinos machos da raça Boer (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e desvio padrão da média do gradiente térmico TR - TS em caprinos Bôer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperatura (°C)		
	25,7	29,4	33,4
TR – TS	11,91 ± 1,18a	7,77 ± 0,72b	5,63 ± 1,20c

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Para o gradiente TR- TA (Figura 10) observou-se efeito linear. Verificou-se, para a mesma variável, que enquanto a temperatura ambiente se elevou, o gradiente térmico entre a TR-TA diminuiu, podendo ser explicado da mesma forma que os gradientes entre TS-TA e TR-TS, pela dificuldade de perda do calor sensível e latente à medida que a temperatura se eleva; na temperatura de 25,7°C esteve em 13,13°C decrescendo para 9,63°C na temperatura de 29,4°C e decrescendo ainda mais na temperatura de 33,4°C chegando a 6,13°C (Tabela 6).

Figura 10. Gradiente térmico TR-TA em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

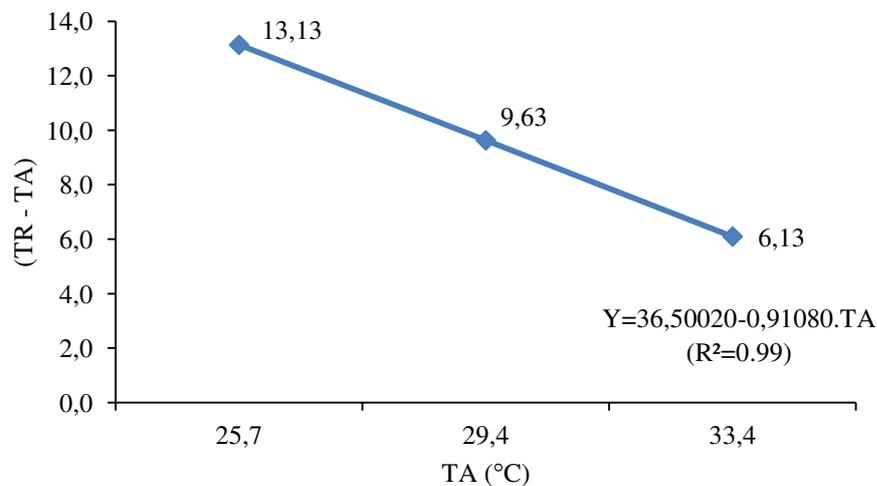


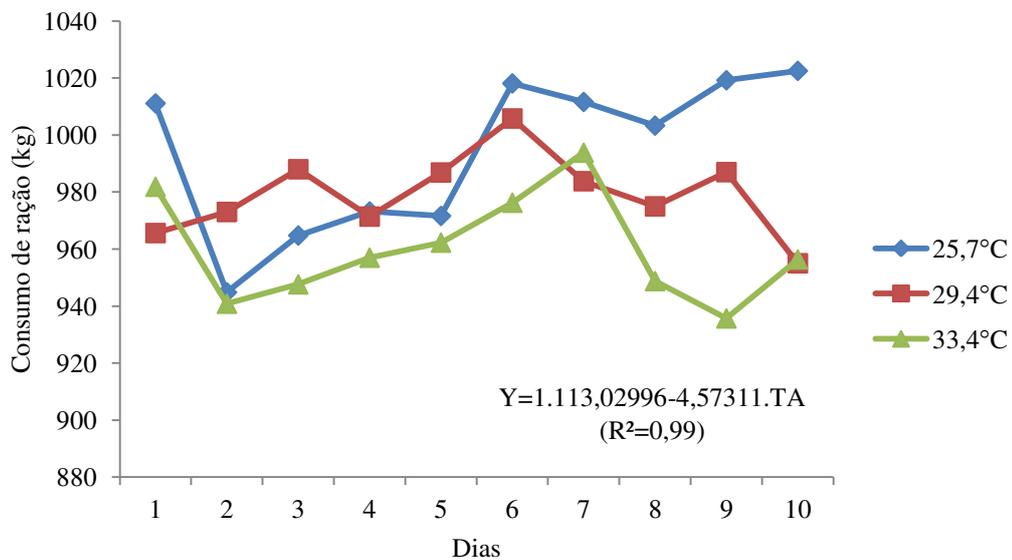
Tabela 6. Médias e erro padrão da média do gradiente térmico TR-TS em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperatura (°C)		
	25,7	29,4	33,4
TR – TA	13,13 ± 0,33a	9,63 ± 0,25b	6,13 ± 0,37c

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Com a elevação da temperatura, uma das primeiras reações que os animais apresentaram foi a redução do consumo de alimentos como forma de diminuir a produção de calor endógeno e o metabolismo para se manter em homeotermia; sendo assim, o consumo de ração mostrou uma correlação inversa com a temperatura visto que os animais ingeriram menos ração (0,960 kg/dia/animal) na temperatura mais elevada (Figura 11).

Figura 11. Consumo de ração em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Para a mesma variável observou-se efeito linear. Os efeitos da elevação da temperatura resultaram em um decréscimo de 3,5% no consumo médio de ração, o que está diretamente relacionado com a produção interna de calor devida aos processos metabólicos. Acredita-se que este comportamento seja uma estratégia de redução da produção de calor a fim de não sobrecarregar os mecanismos termorregulatórios, preservando seu estado homeotérmico.

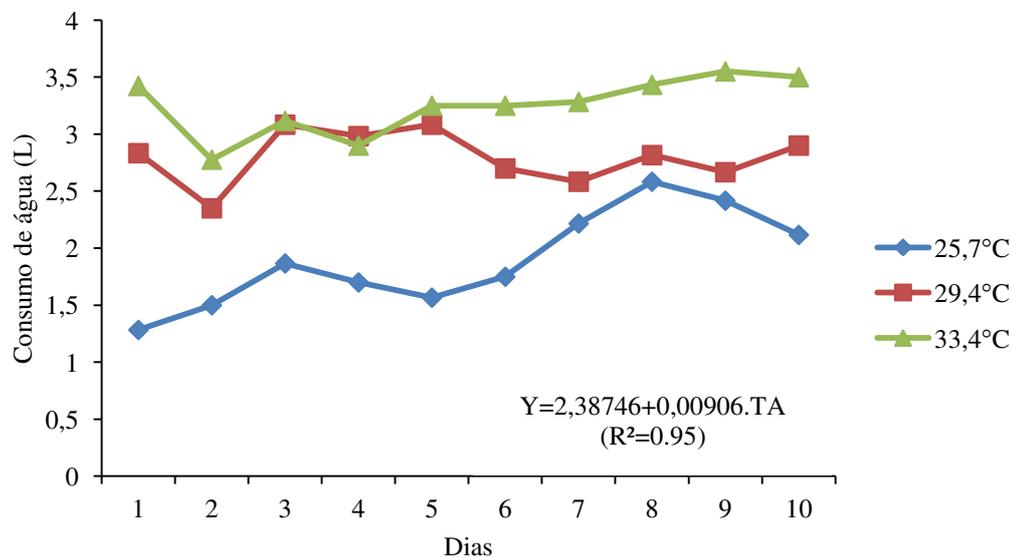
A redução na ingestão de alimentos dos animais quando submetidos ao estresse térmico, corrobora os dados obtidos por Baccari et al. (1996), em pesquisas com cabras Saanen e Saanen/Nativas, demonstrando que nos animais, ao serem submetidos a estresse por calor, há uma diminuição na ingestão de alimentos como mecanismos de diminuir da produção de calor proveniente da fermentação ruminal, quanto mais calor endógeno produzido maior será o esforço para dissipar o calor excedente para o ambiente (Ferreira, 2005).

Os valores encontrados nesta pesquisa para consumo de ração foram inferiores aos encontrados por Barroso et al, (2006) que, trabalhando com ovinos SPRD em temperaturas de

20,87 e 32,46 °C na cidade de Petrolina – PE, obtiveram valores de 1,085 e 1,508 kg, confirmando o efeito da elevação da temperatura na diminuição da ingestão de alimentos.

Outra estratégia adotada pelos animais foi o aumento do consumo de água (Figura 12) visto que a água funciona como dissipador da temperatura corporal, auxiliando na reposição dos líquidos corporais perdidos através da sudorese e ofegação, além de ocasionar resfriamento corporal. Com a elevação da TA o consumo de água aumentou em até 70%, o que está em consonância com as variações registradas nas respostas fisiológicas na maior temperatura.

Figura 12. Consumo de água médio/dia/animal em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Para a variável consumo de água observou-se efeito linear. Souto et al. (1990) concluíram, determinando o consumo de alimento e água por ovinos mantidos em câmara climática com temperaturas de 22-25°C e 32-35°C, que o consumo de água foi diretamente relacionado com a temperatura ambiente. Corroborando com este estudo, Brasil et al. (2000) observaram, trabalhando com cabras da raça Parda Alpina submetidas a um estresse térmico em câmara climática por 56 dias e o outro grupo em condições de termoneutralidade, que os animais estressados reduziram a ingestão de alimentos e duplicaram o consumo de água.

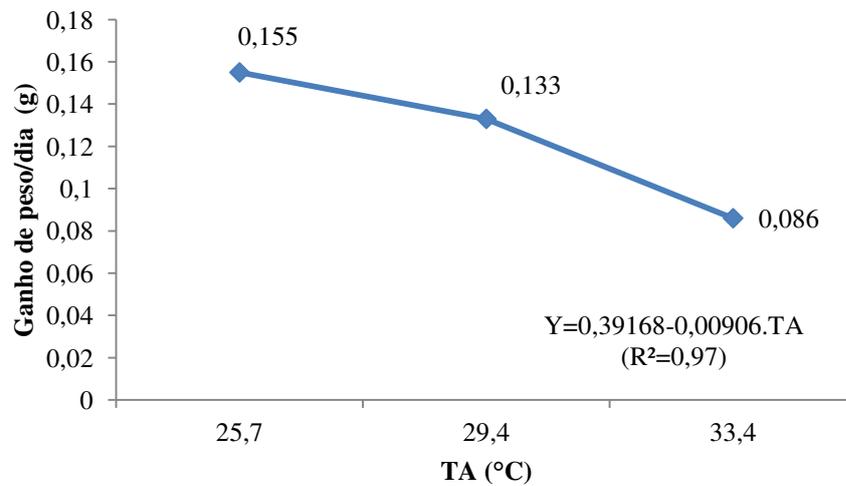
Araújo et al. (2010) citam que dentre os fatores que afetam o consumo de água está o aumento da TA, que promove o aumento mais efetivo desta variável, auxiliando a interpretação dos dados obtidos neste estudo.

O valor médio para consumo de água encontrado nesta pesquisa na temperatura de 29,4 °C foi semelhante ao encontrado por Alves et al. (2007) que, estudando caprinos SPRD em Petrolina – PE, com temperatura variando de 20,27 a 32,46 °C, encontraram valor médio de 2,31 L/dia/ animal) porém na temperatura de 33,4 °C nesta pesquisa foi encontrado valor superior ao encontrado pelos mesmos autores (3,25L/dia/animal), podendo ser justificado o menor consumo de água pelos caprinos da pesquisa de Alves et al. (2007), decorrente da melhor eficiência de uso da água em relação aos caprinos desta pesquisa, provavelmente pelas menores perdas fecais e urinárias.

Os valores encontrados nesta pesquisa foram, porém, inferiores ao obtidos por Ribeiro (2006) que estudando caprinos nativos das raças Canindé e Moxotó, em temperatura de 24 a 27 °C obteve média de 6,22 L/dia e 4,42 L/dia; no entanto, nas duas pesquisas de Alves et al. (2007) e Ribeiro (2006), devem ser levadas em consideração às situações climáticas distintas as quais os animais foram submetidos e a radiação inexistente em câmara climática, além de que as raças selecionadas para condições sazonais de escassez de água apresentam menor ingestão de água ao longo do tempo e maior eficiência de uso de água quando comparadas às demais raças.

No ganho de peso (Figura 13) houve diferença estatística apenas para a temperatura mais elevada com a sua redução diretamente proporcional ao aumento da temperatura e observou-se, para esta variável, efeito linear. A redução do ganho de peso passou de 16 para 54% entre as temperaturas de 25,7 - 29,4 °C e 29,4 - 33,4 °C, respectivamente, o que está em consonância com as alterações significativas nas respostas fisiológicas nesta última temperatura, podendo ser considerada como temperatura de estresse térmico.

Figura 13. Ganho de peso em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Os resultados encontrados por Neiva et al. (2004), que trabalharam com ovinos da raça Santa Inês no Nordeste do Brasil, foram 0,174 kg/dia e 0,122 kg/dia em animais submetidos à sombra (26,9 °C) e sol (28,0 °C) respectivamente. A diferença no ganho de peso dos animais se deve ao fato dos animais estarem submetidos a ambientes distintos visto que, para os animais estudados por Neiva et al. (2004) existiu o efeito combinado da temperatura, umidade e radiação direta que influi de forma efetiva no consumo de ração e água e, conseqüentemente, no ganho de peso, enquanto que os animais desta pesquisa foram submetidos à câmara climática com temperaturas superiores (29,4 e 33,4 °C), umidade constante em todas as temperaturas, mas não houve efeito da radiação.

As médias e o desvio padrão da média dos parâmetros estudados Ganho de Peso, Consumo de água e Consumo de ração em caprinos machos da raça Boer podem ser observados na Tabela 7.

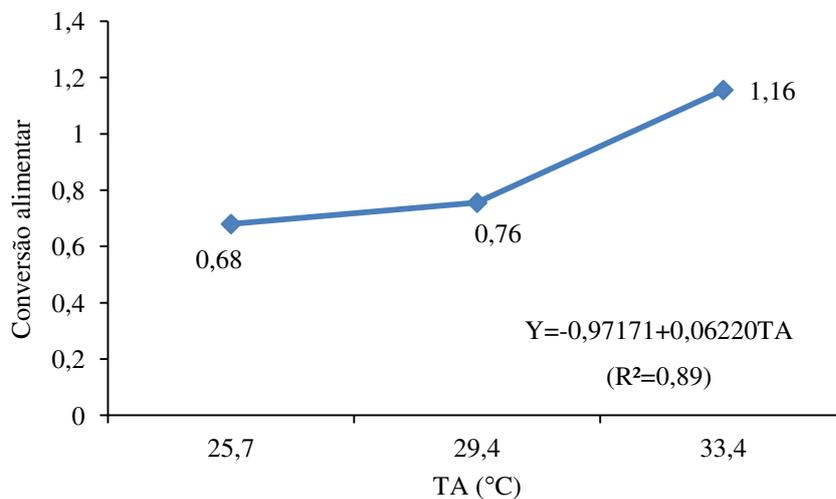
Tabela 7. Médias e desvio padrão da média dos parâmetros: ganho de peso, consumo de água e consumo em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperaturas (°C)		
	25,7	29,4	33,4
Ganho de Peso Diário (kg)	0,155±0,04a	0,133±0,03a	0,086±0,01b
Consumo de água (L)	1,92±0,74c	2,83±0,95b	3,25±0,79a
Consumo de ração (kg)	0,995±76,01 ^a	0,979±76,77ab	0,960±83,52b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Constatou-se efeito estatístico significativo das diferentes temperaturas sobre a conversão alimentar, mostrando-se superior na temperatura de 33,4°C (Figura 14), para a mesma variável, efeito linear. Como citado anteriormente, o consumo de ração e o ganho de peso (Tabela 7) diminuíram à medida que a temperatura aumentou. De modo contrário, a CA teve comportamento inverso atingindo maior valor na maior temperatura. Sabe-se que o aumento do índice de conversão alimentar é devido à menor eficiência em converter os alimentos em tecido corporal, como músculo e gordura, isto é efeito direto da TA.

Figura 14. Conversão alimentar para caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



A CA na temperatura de 33,4 °C foi 34,7 e 41,2% superior à conversão alimentar registrada nas temperaturas de 29,4 e 25,7 °C, respectivamente, o que reforça o estado de desconforto térmico e sua conseqüente perturbação com o aumento da TA; para a mesma variável observou-se efeito linear.

Os valores encontrados nesta pesquisa para conversão alimentar foram superiores aos encontrados por Barroso et al, (2006) que trabalhando com ovinos SRD, observaram valores de 9,28 e 11,30 g em temperaturas de 20,87 e 32,46 °C na cidade de Petrolina – PE, porém o consumo de ração médio encontrado pelo mesmo autor foi superior ao encontrado nesta pesquisa, em todas as temperaturas, enquanto que o ganho de peso foi inferior ao desta pesquisa; assim, os animais utilizados na pesquisa de Barroso et al. (2006) consumiram mais alimento e obtiveram menor ganho de peso e melhor conversão alimentar, sendo que esses animais consumiram mais ração e a converteram para a produção e não para o ganho de peso, sendo mais eficientes que os animais desta pesquisa que consumiram menos alimento e

obtiveram mais peso e uma redução na eficiência de conversão dos alimentos, embora deve ser levado em consideração o fato de que os animais desta pesquisa estiveram em temperatura superior e UR constante em câmara climática e sem efeito da radiação.

As médias e o desvio padrão da média do parâmetro Conversão alimentar de caprinos machos da raça Boer podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8. Médias e desvio padrão da média do parâmetro: conversão alimentar em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperaturas (°C)		
	25,7	29,4	33,4
CA	0,68 ± 0,18b	0,76 ± 0,14 b	1,16 ± 0,24 a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

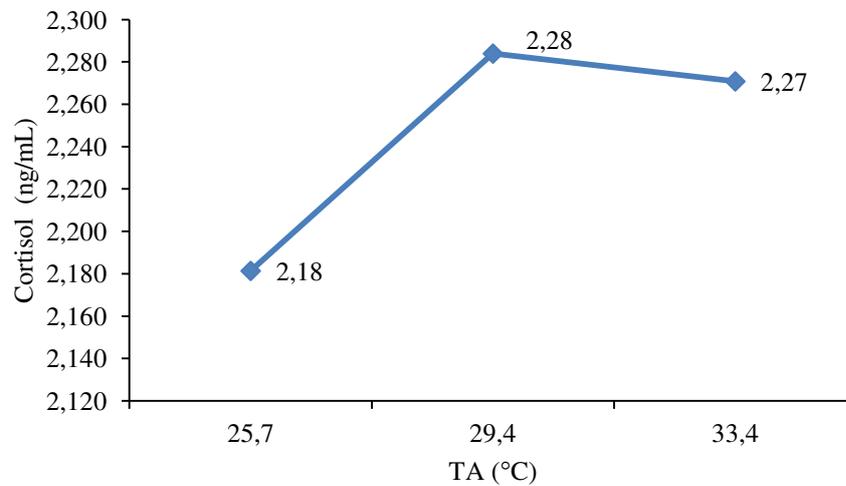
Não houve efeito estatístico significativo das temperaturas sobre o nível hormonal do cortisol (Tabela 9) podendo ser justificado pela aclimação dos animais, ou seja, os animais se ajustaram às condições de temperaturas estudadas; os valores observados para as temperaturas de 25,7 e 33,4 °C foram de 2,26 e 2,271 ng/mL, respectivamente, indicando que os animais não alteraram a secreção de cortisol (Figura 15).

Tabela 9. Médias e desvio padrão da média do parâmetro: hormônio cortisol em caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática

Variáveis	Temperatura (°C)		
	25,7	29,4	33,4
Cortisol	2,18 ± 0,22	2,28 ± 0,18	2,27 + 0,13

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Figura 15. Nível de cortisol em machos caprinos Boer submetidos a diferentes temperaturas em câmara climática



Situações estressantes favorecem o aumento nos níveis plasmáticos de glicocorticóides, principalmente o cortisol (Vasquez; Herrera, 2003). Esta alteração do nível sérico de cortisol pode ser relacionada ao modelo de estresse desenvolvido por Moberg (2000) que sugere uma resposta biológica à situação a partir de três fatores: reconhecimento de um estímulo estressante; defesa biológica contra o estímulo estressante; consequências biológicas da resposta ao estresse. O efeito do estresse começa com a percepção de uma ameaça potencial à homeostase pelo sistema nervoso central. Percebida a ameaça, o organismo desenvolve uma resposta biológica ou defesa, consistindo em uma combinação de quatro respostas gerais: resposta do comportamento, do sistema nervoso autônomo, do sistema neuroendócrino e imunológica.

Assim o princípio da resposta fisiológica ao estresse se manifesta, seguindo os principais gerais da fisiologia pela perda da homeostasia (Cannon; de La Paz, 1911; Cannon, 1914; Cannon; Lissak, 1914), em que o primeiro sinal da resposta biológica é comportamental diante do agente estressor e em seguida o sistema nervoso autônomo responde frente a uma situação de perigo ou estresse, cuja descarga autonômica é controlada por centros medulares hipotalâmicos, do tronco cerebral ou mesmo por porções do córtex cerebral, que ativam os centros inferiores.

A regulação da secreção de cortisol tem natureza pulsátil e padrão diurno, visto que apresenta ritmo circadiano em sua liberação. As menores intensidades secretoras ocorrem durante as horas da noite, em torno da meia-noite, enquanto as maiores intensidades secretoras ocorrem pouco antes das 8h da manhã.

Fisiologicamente, os animais reagem de maneira diferente às mudanças de temperatura, alterando sua fisiologia e comportamento. Essas alterações envolvem os parâmetros fisiológicos (TR, FR, FC e TS), nível de cortisol, entre outros. O cortisol tem como função, manter a homeostase do animal; observou-se, neste estudo, que a alteração no nível foi pequena devido à aclimação dos mesmos; sendo assim, os animais conseguiram manter as variáveis fisiológicas dentro da zona de conforto térmico.

A utilização desse hormônio facilita a compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos no processo de adaptação, pelo fato de que os animais não alteraram a secreção de cortisol, pode-se afirmar que os mesmos possuem facilidade de trocar calor com o ambiente por meio das variações fisiológicas verificando, desta forma, que os mecanismos foram eficientes para a manutenção da homeotermia.

Sob alta temperatura ambiente ocorre na fase aguda do estresse térmico, elevação da concentração sanguínea de cortisol (McFarlane et al., 1995) diminuindo a taxa de produção de calor metabólico (Salem et al., 1991). Os glicocorticóides séricos aumentam drasticamente após situações de estresse (Silva et al, 1983).

Outros autores sugerem que os animais domésticos podem suportar algumas condições ambientais adversas mas alterações consideráveis têm sido observadas em diferentes espécies e indivíduos quanto à capacidade de ajuste às variações sazonais (NAzki; Rattan, 1991).

O cortisol tem sido considerado bom indicador de estresse mas não é o indicador ideal, pois outras situações podem modificar sua concentração que não o estresse térmico.

Em estudo desenvolvido por Rasooli et al. (2010) foi observado que a exposição direta de carneiros à elevada temperatura ambiente aumentou a secreção de cortisol. Em contrapartida, os dados obtidos neste estudo contrariam estudos desenvolvidos por Sejian et al. (2010), que demonstraram que a secreção do cortisol ocorre como resposta ao estresse, com o aumento da temperatura ambiente, objetivando manter o conforto dos animais. Os mesmos autores afirmaram que após as primeiras modificações adaptativas que ocorrem no animal, como o aumento nos parâmetros fisiológicos e modificações anatômicas, o sistema Hipotálamo – Hipófise - Adrenal (HHA) é ativado, promovendo alteração no nível de cortisol.

Neste estudo observa-se que, mesmo a concentração do cortisol não tendo sido significativa estatisticamente, a mesma auxiliou no aumento da FR e FC, assim como manteve a TR sem variações bruscas e com isso ocorreu redução do estresse térmico desses animais visto que o cortisol estimula ajustes fisiológicos que permitem, ao animal, tolerar o estresse causado por ambientes quentes.

6. CONCLUSÃO

Com o término da pesquisa conclui-se que:

- A TR apresentou efeito diretamente proporcional à TA, atingindo 39,5 °C na maior temperatura analisada, mostrando capacidade de dissipação de calor elevada dos caprinos Bôer em altas temperaturas;
- Os animais foram eficientes no uso de mecanismos termorreguladores e, apesar de terem carga genética de $\frac{3}{4}$ de animais exóticos, a FR permaneceu dentro de faixas referentes às raças nativas.
- A FC manteve-se em faixas normais em todas as temperaturas variando de 100,6 bat/min (25,7°C) a 116,2 bat/min (33,4°C), o que representa aumento de 15%.
- A TS é uma das respostas fisiológicas com maior variação com um aumento de 24%, mostrando a importância da troca de calor na forma sensível para manutenção do equilíbrio térmico do animal.
- Não há influência da quantidade de pontos na análise da TSM de caprinos podendo ser realizada satisfatoriamente por meio da coleta de somente três pontos (frente, costado e canela).
- Em temperaturas elevadas os gradientes térmicos TS - TA, TR - TS e TR-TA decrescem.
- Na maior temperatura os animais consumiram menos alimento e obtiveram mais peso, porém reduziram a eficiência de conversão dos alimentos em tecido corporal e gordura, reforçando o estado de desconforto térmico com a elevação da TA.
- Mesmo não havendo alteração no nível de cortisol significativa estatisticamente, a mesma auxiliou no aumento da FR, FC e TS, mas manteve a TR sem variações bruscas e com isso ocorreu redução do estresse térmico desses animais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abioja, M.O.; Osinowo, O.A.; Adebambo, O.A.; Bello, N.J.; Abiona, J.A. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.195-203, 2010.

Al-Busaidi, R. et al. Seasonal variations of phagocytic response, immunoglobulin G (IgG) and plasma cortisol levels in Dhofari goats. **Small Ruminant Research**, v.79, n.2, p.118- 123, 2008.

Almeida, G. L. P. **Climatização na pré-ordenha de vacas da raça Girolando e seus efeitos na produção e qualidade do leite e no comportamento animal**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

Alsaad, M.; Buscher, W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 2, p. 735–742, 2012.

Alves, J. M.; Araújo, G. G. L.; Porto, E. R.; Castro, J. M. da C.; Souza, L. C. de. Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e palma-forrageira (*Opuntia ficus* Mill.) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 43-52, 2007.

Amaral D.F. Fotoperíodo e condição corporal nas respostas fisiológicas, hormonais e sanguíneas de ovelhas. 2008. 40p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

Araújo, G. G. L. de.; Voltolini, T. V.; Chizzotti, M. L.; Turco, S. H. N.; Carvalho, F. F. R. de. Waterandsmallruminantproduction. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 326-336, 2010.

Araújo, T. G. P. **Adaptabilidade e características nutricionais de caprinos anglo nubiano em diferentes temperaturas**. (Tese). – Campina Grande - PB: [s.n], 87 f; 2013.

ASA Brasil. **Articulação Semiárido Brasileiro**. Caracterização do semiárido brasileiro. Disponível em: <[http:// www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp](http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp)>. Acesso em: 15 out. 2013.

Baccari Jr.; Gonçalves, H.C.; Muniz, L.M.R. Milk production serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen - Native goats during thermal stress. **Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia**, v.8, n.6, p.9-14, 1996.

Baccari Júnior, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.

Baêta, F. C. e Souza, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. Viçosa: UFV, 2010.

Baêta, F. C.; Souza, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: UFV. 2010. 246p.

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, n.4, p.834-842, 2011.

Barroso, D. D. Araújo, G. G. L. de. Silva, D. S. da. Gonzaga Neto, S. Medina, F. T. Desempenho de ovinos terminados em confinamento com resíduo desidratado de vinícolas associado a diferentes fontes energéticas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1553-1557, set-out, 2006.

Bezerra, W.M.A.; Souza, B.B.; Sousa, W.H.; Cunha, M.G.; Benicio, T.M.L. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.130-136, 2011.

Brasil, L.H.A.; Wechesler, F.S.; Baccari Jr. 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, n.6, p.1632-1641, 2000.

Brionízio, J. D. **Análise crítica das metodologias de avaliação de temperatura e umidade em câmaras climáticas e térmicas**. Niterói: UFF, 153p. Dissertação de Mestrado, 2006.

Butolo, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas-SP, p.141-142, 2002.

Campo, D.C.; Boere, V. Há equivalência entre a temperatura da membrana timpânica e a temperatura retal em ovinos Santa Inês normotérmicos. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1781-1783, set, 2008.

Candido, M.J.D.; Carneiro, H.A.V.; Cidrão, P.M.L. Consumo de Nutrientes e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas orgânicas. **Archivos de Zootecnia** v.56, n.214, p.203-214, 2007.

Cândido, M.J.D.; de Araújo, G.G.L, Cavalcante, M.A.B. **Pastagens no Ecossistema Semi-árido brasileiro: atualização e perspectivas Futuras**. Publicado no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura (NEEF), Universidade Federal do Ceará/UFC, 2009.

Cannon, W.; de la Paz, D. Emotional situation of adrenal gland secretion. **Am. J. Physiol.**, v.28, p.64-70, 1911.

Cerutti, W. G. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspensão na pré-ordenha. **Revista Brasileira de saúde e produção animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 406- 412. 2013.

Cilulko, J. et al. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. **European Journal Wildlife Research**, Poland, v. 59, n. 1, p. 17–23, 2013.

Colak, A. et al. Short Communication: Early Detection of Mastitis Using Infrared Thermography in Dairy Cows. **J. of Dairy Sci., Champaign**, v. 91, n. 11, p. 4244–4248, 2008.

Corrêa, C. M.; Zanela, M. B.; Schmidt, V. Comportamento social de cabras em lactação após reagrupamento. **Acta scientiae Veterinariae**. 38(4): 425-428, 2010.

Cruz Júnior, C. A da. **Tolerância ao calor em ovinos reprodutores criados no Distrito Federal**. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências Animais)-Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Cunningham, J. G. **Tratado Fisiologia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 579 p.

Embrapa Sispro - **Sistema de Produção de Caprinos e Ovinos de Corte para o Nordeste Brasileiro**. 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 24 de maio de 2016.

Eustáquio Filho A., Teodoro S.M., Chaves M.A., Santos P.E.F., Silva M.W.R., Murta R.M., Carvalho G.G.P. & Souza L.B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Rev. Bras. Zootec.**, 40:1807-1814, 2011.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

Ferreira, J.H.; Baeta, F.C.; Baião, N.C.; Soares, P.R.; CECON, P.C. Posicionamento de ventiladores em galpões para frango de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.5, n.1, p. 43-62, 2007.

Ferreira, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 371p., 2005.

Ferro, F. R. A.; Neto, C. C. C.; Toledo Filho, M. R.; Ferri, S. T. S.; Montaldo, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.25, n.5, p.1–25, 2010.

Filho, A. E.; Teodoro, S. M.; Chaves, M. A.; Santos, P. E. F. dos; Silva, M. W. R. da; Murta, R. M.; Carvalho, G. G. P. de.; Souza, L. E. B. de. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1807-1814, 2011.

Fraser, C. M. **Manual merck de veterinária: Um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário**. São Paulo: Roca, 1996. 2.169p
FUNDAJ. **Fundação Joaquim Nabuco**. Semiárido: proposta de convivência com a seca. Disponível em: http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=659&Itemid=376. Acesso em: 24 de maio de 2016.

Furtado, D. A.; Palmeira, F. Q. de Q. G.; Costa, J. H. S.; Silva, R. T. S.; Santos, L. de F. D. dos. Parâmetros Fisiológicos de Ovinos Reprodutores Confinados em Ambiente Sol e

Sombra, **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola** – CONBEA, 27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.

Godyn, D.; Herbur, E.; Walczak, J. Infrared thermography as a method for evaluating the welfare of animals subjected to invasive procedures – a Review. **Annals of Animal Science**, Paris, v. 13, n. 3, p.423-434, 2013.

Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N de; Pimenta Filho, E. C.; Lima 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.

Graciano, D. E. **Aplicações da termografia infravermelha na produção animal**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2013.

Grandin, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.249-257, 1997.

Habeeb, A.L.M.; Maray, I.F.M.; Kamal, T.H. **Farm animals and the environment**. Cambridge. 1992. 428p.

Holanda Júnior, V.; Martins, E. C.. **Análise da produção e do mercado de produtos caprinos e ovinos: o caso do território do sertão do Pajeú em Pernambuco**. In: Congresso Brasileiro de Sistemas de Produção, 2007, Fortaleza. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social. 15 f. 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção da Pecuária Municipal (Economia, Agropecuária, Produção Pecuária). Dados 2004 a 2011. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011>. Acesso em: 18 de abril de 2016.

Kaushish, S.K. et al. Effect of heat and water restriction on physiological responses of Beetal and Black Bengal goats. **Indian Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p.461-65, 1987.

Knížková, I. et al. Applications of infrared thermography in animal production. **J. Fac. Agric, Prague**, v. 22, n. 3, p. 329–336, 2007.

Kunc, P. et al. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. **Agric. Trop. Subtrop, Prague**, v. 40, n. 1, p. 29–32, 2007.

Lana, R. P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**, 2. ed. Viçosa: Suprema Gráfica. 344p. 2007.

Lôbo, R.N.B.; Facó, O.; Lôbo, A.M.B.O.; Villela, L.C.V. Brazilian goat breeding programs. **Small Ruminant Research**, 2010.

Lopes, J.J. Souza, B. B. Silva, A. M.de A. Batista, N, L. Nobre, I. de S. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e seus mestiços com a raça Boer no semiárido paraibano; **Revista ACSA - Agropecuária Científica no Semiárido**. V. 8, n. 3, p. 83-89, jul – set , 2012.

Lu, C.D.; Potchoiba, M. J. Nutrition and management of growing goats. In: **THIRD Annual Field Day of the American Institute for Goat Research**, Langston, 1988. Proceedings... Langston: AIGR, 2000. p. 87-108.

Lucena, L. F. A.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Medeiros, A. N.; Souza, B. B. 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.

Lucena, L. F. A.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Medeiros, A. N.; Souza, B. B. 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 Abastecimento** (2013) Caprinos e ovinos. <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/caprinos> e ovinos. Acessado em 15 de Outubro de 2014.

Marai, I.F.M.; El-Darawany, A.A.; Fadiel, A.; Abdel-Hafez, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, 2007.

Martins Júnior, L. M. Costa, A.P. R. Ribeiro, D. M. M. Nogueira, S. H. Muratori, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-nubiana em condições climáticas de meio-norte do Brasil. **Caatinga (Mossoró, Brasil)**, v.20, n.2, p.01-07, abril/junho 2007.

Martins, R. F. S. **Índice de conforto térmico e temperatura superficial por termografia infravermelha em ovinos**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

McFarlane, A.; Coghlan, J.; Tresham, J. et al. Corticotropin-releasing factor alone, but not arginine vasopressin alone, stimulates the release of adrenocorticotropin in the conscious intact sheep. **Endocrinology**, v.136, n.5, p.1821-1827, 1995.

Mellado, M. and Meza-Herrera, C.A. Influence of season and environment on fertility of goats in a hot-arid environment. **Journal of Agricultural Science**, v. 138, n. 1, p. 97-102, 2002.

Moraes, J. B. **Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos no semiárido piauiense**. 2010. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - 62 Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

Moura, D. J. et al. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 23-32, 2011.

National Research Council - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.

Nazki, A.R.; Rattan, P.J.S. Some hormonal and biochemical characteristics of blood in sheep as related to different seasonal environments. **Indian Veterinary**, v.68, p.28-32, 1991.

Neri, J. **Ambiente térmico em confinamentos de gado leiteiro no Brasil**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

Nóbrega, G. H.; Silva, E. M. N.; Souza, B. B.; Mangueira, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. Vol. 06, n. 01, p. 67- 73, 2011.

Nunes, I.J. **Nutrição Animal Básica**. 2.Ed. Belo Horizonte. FCP-MVZ ED. 1998.

Paulo, J.L.A.; **Índices de conforto térmico para caprinos das raças Moxotó e Canindé confinados no semiárido paraibano**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2009. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2011.

Pereira, G.M. **Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano**. 2008. 34p. Monografia (Grau de Medicina Veterinária). Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2008.

Pereira, G.M.; Souza, B. B. de; Silva, A. M. de A.; Roberto, J. V. B.; Silva, C. M. B. de A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agrotecnologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.83-88, 2011.

Poikalainen, V. et al. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. **Agronomy Research**, v. 1, p. 187-194, 2012.

Randall, M. The Physiology of Stress: Cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. DUJS Online - **The Darmouth Undergraduate Journal of Science**. Fall 2010.

Rasooli, A., Jalali, M.T., Nouria, M., Mohammadianc, B., Barati, F., . Effects of chronic heat stress on testicular structures, serum testosterone and cortisol concentrations in developing lambs. **Anim. Reprod. Sci.**, 117: 55-59, 2010.

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

Ribeiro, V. L. **Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé, submetidos à alimentação à vontade e restrita**. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

Roberto J.V.B., Souza B. B. de, Furtado D.A., Delfino L.J.B. & Marques B.A. de A. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **J. Anim. Behav. Biometeorol.**, 2:11-19, 2014.

Roberto, J. V. B.; Souza, B. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde** v.6, n.2, p.08 -13. 2011.

Rocha, R.R.C.; Costa, A.P.R.; Azevedo, D.M.M.R.; Nascimento, H.T.S.; Cardoso, F.S.; Muratori, M.C.S.; Lopes, J.B. **Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2009.

Salem, M.H.; El-Sherbiny, A.A.; Khalil, M.H.; Yousef, M.K. Diurnal and Santos, F.C.B., A.A.A. Acosta, G.G. Souza, C.E.P. Alfaro e E.C. Pimenta Filho. **Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos exóticos (Bôer e Anglo-Nubiano) e naturalizados (Moxotó e Pardo-Sertanejo) sob às condições de clima semi-árido**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40. Santa Maria. Anais. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

Salles, M.G.F. **Parâmetros fisiológicos e reprodutivos de machos caprinos Saanen criados em clima tropical**. 2010. 159f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade.

Santos, F.C.B.; Souza, B.B.; Alfaro, C.E.P.; César, M.F.; Pimenta Filho, E.C.; Acosta, A.A.A.; Santos, J.R.S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2005.

Scarpellini, C. da S.; Bícigo, K. C. Regulação da temperatura corporal em diferentes estados térmicos: ênfase na anapirexia. **Revista da Biologia**, 2010.

Scarpellini, C. da S.; Bícigo, K. C. Regulação da temperatura corporal em diferentes estados térmicos: Ênfase na anapirexia. **Revista da Biologia**, v.5, p.1-6, 2010.

Sejian, V.; Sanyal, S.; das, P.K. et al. Effect of unilateral adrenalectomy on the blood biochemistry of Black Bengal goats (*Capra hircus*). **Journal Veterinary Animal Science**, 32(4), p. 249–254, 2008.

Sejian, V.; Srivastava, R.S.; Varshney, V.P. et al. Pineal-adrenal relationship: modulating effects of glucocorticoids on pineal function to ameliorate thermal-stress in goats. **Journal Animal Science**, 21, p. 988–994, 2010.

Sejian, V.; Srivastava, R.S.; Varshney, V.P. et al. Pineal-adrenal relationship: modulating effects of glucocorticoids on pineal function to ameliorate thermal-stress in goats. **Journal Animal Science**, 21, p. 988–994, 2010

Selye, H.A. Syndrome produced by diverse noxious agents. **Nature**, v.138, n.1, p.32, 1936.

Silva Sobrinho, A.G.; Gonzaga Neto, S. Produção de Carne Caprina e Cortes da Carcaça. Jaboticabal: FCAV, 2001. 17 p.

Silva, A.P.M. **Respostas termorreguladoras e comportamentais de ovinos da raça Morada Nova no semi-árido brasileiro**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

Silva, C. M. **Comportamento e descrição do etograma de três grupos genéticos de caprinos confinados através do monitoramento de imagens**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2011. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, 2011.

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, E.M.N.; de Souza, B.B.; de Souza, O.B. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semi-árido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga**, v.23, n.2, p.142-148, 2010.

Silva, E.M.N.; Souza, B.B.; Silva, G.A.; Cezar, M.F.; Souza, W.H.; Benício, T.M.A.; Freitas, M.M.S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, p.516-521, 2006.

Silva, I. M. **Automação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

Silva, J. C. P. M. et al. **Bem-estar do Gado Leiteiro: A importância do conforto térmico para o alto desempenho do gado**. [S.l.]: Editora Aprenda Fácil, p. 125. 2012.

Sumbera R, Zelová J, Kunc P, Kníková I, Burda H. Patterns of surface temperatures in two mole-rats (Bathyergidae) with different social systems as revealed by IR **Thermography. Physiology&Behavior 92**: 526-532, 2007.

Souto, P. R. L.; Milagres, J. C.; Silva, J. F. C. da. Consumo, digestibilidade, reações fisiológicas e componentes sanguíneos de ovinos submetidos a diferentes temperaturas e a dietas com diferentes níveis de energia. II - Reações fisiológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.9, p.1253-1259, 1990.

Souza E.D. de, Souza B.B. de, Souza W.H. de, César M.F., Santos J.R.S. dos & Tavares G. de P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no Semiárido. **Ciênc. Agrotéc.**, 29:177-184, 2005.

Souza, B. B .; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária científica no semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 3, p. 6-10, 2012.

Souza, B. B. de.; Souza, E. D. de; Cezar, M. F.; Souza, 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 semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.275-280, 2008.

Souza, B. B; Roberto, J. V. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2011.

Souza, B.B. Índice de tolerância ao calor de caprinos no semiárido, 2011. (<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-tolerancia-ao-calor-de-caprinos-no-semiarido-68871n.aspx>).

Souza, B.B., Souza, E.D., Cezar, M.F. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciênc. Agrotecnol.** v. 32, pág. 275–280, 2008.

Souza, Bonifácio Benicio de; Batista, N. L; Susin, I; Silva, I. J.O. da; Meneghini R. C. M.; Castro, A. C. de; Silva, M. R. H.da. Diferenças genéticas nas respostas fisiológicas de ovinos em ambiente tropical. **J AnimBehavBiometeorol** v.2, n.1, p.1-5, 2014.

Starling, J. M. C.; Silva, R. G. da.; Muñoz, M. C.; Barbosa, G. S. S. C.; Costa, M. J. R. P. da. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002. 51

Starling, J.M.C.; Silva, R.G.; Munoz, M.C.; Barbosa, G.S.S.C.; Costa, M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptabilidade de ovinos submetidos estresse pelo calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa. v. 31, n. 5, p. 1-14, 2002.

Starling, J.M.C.; Silva, R.G.; Negrão, J.A. et al. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

Stewart, M. et al. Eye temperature and heat rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. **Physiology & Behavior**, Wellington, v. 93, n. 4-5, p.789-797, 2008.

Stokes, J. E. et al. An investigation in to the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. **The Veterinary Journal**, v. 193, n. 3, p. 674–678, 2012.

Swenson, H.J. Fisiologia dos Animais Domésticos. 11ªed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. 856p.

Swenson, M.J. andReece, W.O. Dukes – **Fisiologia dos Animais Domésticos**, 12 ed, (Guanabara Koogan S.A.,Rio de Janeiro), 2006.

Van de Kar, L.D.; Richardson-Morton, K.D.; Rittenhouse, P.A. Stress: neuroendocrine and pharmacological mechanisms. **Methods Achiev. Exp. Pathol.**, v.14, p. 133-173, 1991.

Van Niekerk, W.A.; Casey, N.H. The Boer goat, II. Growth, nutrient requirement, carcass and meat quality. *Small Rum. Res.*, Amsterdam, v.1, p.355-368, 1988.

Vasquez, E.F.A., Herrera, A. N. Concentração plasmática de cortisol, uréia, cálcio e fósforo em vacas de corte mantidas a pasto suplementadas com levedura de cromo durante a estação de monta. **Ciência Rural**, Santa Maria RS, v.33, n.4, p.743-747, 2003.

Veríssimo CJ, Titto CG, Katiki LM, Bueno MS, Cunha EA, Mourão GB, Otsuk IP, Pereira AMF, Nogueira Filho JCM, Titto EAL. **Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 10:159-167, 2009.