



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**

**ANTÔNIO EUSTÁQUIO FILHO**

**DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS CRÍTICAS  
PARA OVINOS DA RAÇA SANTA INÊS EM CONDIÇÃO  
CONTROLADA DE UMIDADE RELATIVA**

**ITAPETINGA**

**2009**

**ANTÔNIO EUSTÁQUIO FILHO**

**DETERMINAÇÃO DAS TEMPERATURAS CRÍTICAS PARA OVINOS DA RAÇA  
SANTA INÊS EM CONDIÇÃO CONTROLADA DE UMIDADE RELATIVA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga – BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Orientador:  
Prof.<sup>a</sup> D.Sc. Sônia Martins Teodoro

ITAPETINGA - BAHIA  
2009

636.3 Eustáquio Filho, Antonio.  
E89d Determinação das temperaturas críticas para ovinos da raça Santa Inês em condição controlada de umidade relativa. / Antonio Eustáquio Filho. – Itapetinga, BA: UESB, 2009. 54p.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Sônia Martins Teodoro.

1. Ovinos – Raça Santa Inês – Conforto térmico. 2. Estresse térmico – Ovinos. 3. Bioclimatologia animal. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Teodoro, Sônia Martins. III. Título.

**CDD(21): 636.3**

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Ovinos – Conforto térmico
2. Estresse térmico – Ovinos
3. Bioclimatologia animal

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**Área de Concentração em Produção de Ruminantes**

*Campus de Itapetinga - BA.*

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Determinação das Temperaturas Críticas para Ovinos da Raça Santa Inês em Condição Controlada de Umidade Relativa.

Autor: Antônio Eustáquio Filho.

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> D.Sc. Sônia Martins Teodoro – UESB  
Presidente

---

Prof. D.Sc. Modesto Antonio Chaves – UESB

---

Prof. D.Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior - UNIMONTES

Data de realização: 18 de Fevereiro de 2009.

UESB – *Campus* Juvino de Oliveira, Praça Primavera, nº 40 – Telefone: (77) 3261-8628  
Fax: (77) 3261-8701 Itapetinga – BA – CEP: 45.700-000  
E-mail: [mestrado.zootecnia@uesb.br](mailto:mestrado.zootecnia@uesb.br)

*Aos meus queridos pais, Antônio E. Peres e Maria das Dores Peres, por terem acreditado e incentivado nos momentos difíceis, sendo exemplos de força, garra e luta, a quem devo toda a minha formação acadêmica; minha eterna gratidão;*

*Aos meus irmãos, Jackson, Paula e Ângela, pelo incentivo e companheirismo;*

*Ao meu filho, Guilherme Antônio, pela compreensão e carinho;*

*Às minhas sobrinhas, Vitória e Emanuelle, pelo carinho;*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado força para continuar minha trajetória sem desanimar e alcançar esta vitória que por muitas vezes pareceu ser tão difícil.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB e ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pela concessão de bolsa;

A Professora Dr.<sup>a</sup> Sônia Martins Teodoro, pela orientação, ensinamentos, dedicação e incansável apoio à realização deste trabalho;

Ao Professor Dr. Modesto Antonio Chaves, pelo auxílio incondicional para a realização deste trabalho;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, pela contribuição ao meu aprendizado;

Aos colegas do Mestrado, em especial aos meus amigos Luiz Eduardo, Marcos Welber, Paulo Eduardo e Rogério Murta pela convivência, apoio incondicional, troca de experiências e angústias durante esse tempo;

Aos funcionários da UESB, principalmente ao meu amigo Leandro, por sua amizade e ajuda;

Aos estudantes de graduação, em especial, Rogério, Carol e Dany;

Às amigas alcançadas durante esta jornada, e às antigas também;

A todos que me apoiaram e acreditaram nesta conquista, muito obrigado por tudo!

Que Deus abençoe a todos!

*"Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!"*  
**(Mahatma Gandhi)**

*"A maior vitória na competição é derivada da satisfação interna de saber que você fez o seu melhor e que você obteve o máximo daquilo que você deu." **(Howard Cosell)***

## RESUMO

EUSTÁQUIO FILHO, A. **Determinação das Temperaturas Críticas para Ovinos da Raça Santa Inês em Condição Controlada de Umidade Relativa.** Itapetinga-BA: UESB, 2009. 54 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

Com este trabalho objetivou-se determinar as temperaturas críticas para ovinos da raça Santa Inês em condição controlada de umidade relativa pela comparação de diferentes opções de temperatura em câmara bioclimática e relacioná-las com as respostas fisiológicas. O experimento teve duração de 71 dias e foi conduzido no Centro de Estudos Bioclimáticos (CEBIO) da UESB – *Campus* Juvino Oliveira localizado no município de Itapetinga. Foram utilizadas 7 borregas deslanadas, distribuídos em sete tratamentos com temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C, com três repetições (dias de exposição) e 5 dias de intervalo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados meteorológicos coletados foram: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e temperatura de globo negro e as variáveis fisiológicas analisadas foram, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, temperatura timpânica, taxa de sudção e pressão arterial. Foram calculados os testes, de Ibéria, de Benezra, de Benezra modificado e os índices de temperatura e umidade (THI) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI). Os resultados de THI e BGHI indicaram que as temperaturas de 10 a 20°C conferiram condições climáticas adequadas. Contudo, os tratamentos com 35 e 40°C ficaram em situações de perigo e emergência respectivamente. O teste de Benezra (coeficiente de adaptabilidade 1 (CA<sub>1</sub>)), indicou que os animais nos tratamentos com temperatura de 10, 15, 20 e 25°C, obtiveram alta adaptação climática. Entretanto, os animais nas temperaturas de 35 e 40°C se mostraram pouco adaptados. O coeficiente adaptabilidade 2 (CA<sub>2</sub>), indicou que os animais submetidos a temperatura de 25, 20, 15 e 10°C, nesta ordem, foram os mais adaptados. O teste de Ibéria não se mostrou adequado para avaliação do estresse térmico. Nenhum dos testes ou índices detectaram o limite crítico inferior. Para borregas da raça Santa Inês em ambiente com umidade relativa de 65% a temperatura de 25°C pode ser considerada como a zona de conforto térmico.

**Palavras-chave:** Câmara bioclimática, estresse térmico, ovinos

---

\*Orientador: Sônia Martins Teodoro, D.Sc., UESB.



## ABSTRACT

EUSTÁQUIO FILHO, A. **Determination of Critical Temperatures for the Santa Inês sheep in controlled condition of relative humidity.** Itapetinga-BA: UESB, 2009. 54 p. (Dissertação – Master of Zootecnia, a major in Ruminants Production) .\*

This study aimed to determine the critical temperatures for the Santa Inês sheep under conditions of relative humidity controlled by the comparison of different options in temperature in bioclimatic chamber and relate them to physiological responses. The experiment lasted 71 days and was conducted at the Center for Studies bioclimatic (CEBI) of UESB - Campus Juvino Oliveira located in Itapetinga. 7 lambs were used without wool distributed in seven treatments with temperatures of 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 ° C with three repetitions (days of exposure) and 5 days of interval. The experimental design was completely randomized. The meteorological data collected were: dry bulb temperature, wet bulb temperature and black globe temperature and physiological parameters were analyzed, respiratory frequency, heart frequency, rectal temperature, tympanic temperature, sweating rate and blood pressure. Tests were also calculated, from Iberia, from Benezra, from modified Benezra and the temperature and humidity index (THI) and the index of black globe temperature and humidity (BGHI). The results of THI and BGHI showed that temperatures from 10 to 20 ° C given suitable weather conditions. However, treatments with 35 and 40 ° C were in danger and emergency, respectively. The Benezra test (coefficient of adaptability 1 (CA1)), showed that animals fed at temperature of 10, 15, 20 and 25 ° C, obtained 100% of adjustment in the conditions studied. However, animals of temperatures of 35 and 40 ° C were slightly adapted and adjusted coefficient 2 (CA2)), reported that animals subjected to temperatures of 25, 20, 15 and 10 ° C, in this order, were the most suitable . However, the Iberia test of was not appropriate to evaluate the thermal stress. None of the tests or indices detected the critical lower limit. As the temperature of 25°C taken as the zone of thermal comfort for Santa Inês lambs of the breed in an environment with relative humidity of 65%.

**Keywords:** Bioclimatic camera, thermal stress, sheep

---

\*Advisor: Sônia Martins Teodoro, D.Sc., UESB.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Centro de Estudos Bioclimáticos – CEBIO.....	29
FIGURA 2 -	Baias (A), balde de plástico (B) e cocho de poliuretano (C).....	30
FIGURA 3 -	Abrigo externo.....	31
FIGURA 4 -	Bulbo úmido (A), termômetro de globo negro (B) e bulbo seco (C).....	31
FIGURA 5 -	Observação da frequência cardíaca (A) e frequência respiratória (B).....	32
FIGURA 6 -	Observação da temperatura retal (A) e temperatura timpânica.....	33
FIGURA 7 -	Observação da temperatura do pelame.....	33
FIGURA 8 -	Observação da taxa de sudação (A) e pressão arterial (B).....	33
FIGURA 9 -	Termômetro de infravermelho (A), termômetro de infravermelho (B), aparelho de pressão (C), termômetro digital (D) e estetoscópio (E).....	34
FIGURA 10 -	Variação da temperatura retal de ovinos Santa Inês expostos a diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.....	37
FIGURA 11 -	Variação da frequência cardíaca dos animais expostos às diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.....	40
FIGURA 12 -	Variação da temperatura timpânica em ovinos expostos às diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.....	43
FIGURA 13 -	Variação da temperatura timpânica média dos ovinos.....	44
FIGURA 14 -	Variação da pressão sistólica em ovinos submetidos a diferentes faixas de temperaturas.....	45
FIGURA 15 -	Variação da pressão diastólica em ovinos submetidos a diferentes faixas de temperaturas.....	46

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Médias da temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura de globo negro (TGN), temperatura máxima (TBS.Max) e temperatura mínima (TBS.Min.) em câmara bioclimática durante o período experimental.....	36
TABELA 2 -	Temperaturas retais médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática.....	37
TABELA 3 -	Frequências respiratórias médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática.....	38
TABELA 4 -	Frequências cardíacas médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática.....	40
TABELA 5 -	Médias e as diferenças entre temperatura timpânica e retal de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática.....	41
TABELA 6 -	Médias e diferenças entre a temperatura retal e a do pelame de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática.....	43
TABELA 7 -	Médias de pressão arterial de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática.....	45
TABELA 8 -	Taxa de sudção ovinos Santa Inês submetidos às temperaturas de 35°C e 40°C.....	46
TABELA 9 -	Valores do índice de temperatura e umidade (THI), do índice de globo negro e umidade (BGHI), do teste de Benezra modificado e do teste de Ibéria em câmara bioclimática com diferentes faixas de temperatura do ar.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BGHI	Índice de temperatura de globo negro e umidade
CA	Coefficiente de adaptabilidade
CEBIO	Centro de Estudos Bioclimáticos
CTR	Carga térmica radiante
DIVMS	Digestibilidade de <i>in vitro</i> da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FC	Frequência cardíaca
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FR	Frequência respiratória
IMS	Ingestão de matéria seca
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PA	Pressão arterial
PB	Proteína bruta
T	Tratamento
TBS	Temperatura de bulbo seco
TBU	Temperatura de bulbo úmido
TGN	Temperatura de globo negro
THI	Índice de temperatura e umidade
TBS.MAX.	Temperatura máxima
TBS.MIN.	Temperatura mínima
TP	Temperatura do pelame
TR	Temperatura retal
TS	Taxa de sudorese
TT	Temperatura timpânica
UR	Umidade relativa

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. Ovinocultura.....	14
2.2. Ambiente e estresse térmico.....	15
2.3. Zona de termoneutralidade.....	16
2.4. Temperatura.....	17
2.4.1. Temperatura retal (TR).....	17
2.4.2. Temperatura crítica.....	18
2.4.3. Temperatura timpânica (TT).....	19
2.4.4. Temperatura de pelame (TP).....	19
2.5. Frequência respiratória (FR).....	20
2.6. Frequência cardíaca (FC).....	21
2.7. Pressão arterial.....	22
2.8. Taxa de sudação.....	23
2.9. Índices de conforto.....	24
2.9.1. Índice de temperatura e umidade (THI).....	25
2.9.2. Índice de globo e umidade (BGHI).....	26
2.10. Teste de adaptabilidade .....	26
2.10.1. Teste de Ibéria.....	26
2.10.2. Teste de Benezra.....	27
<b>3. MATERIAL E METODOS</b> .....	29
3.1. Local do experimento.....	29
3.2. Etapa experimental.....	29
3.3. Animais do experimento.....	29
3.4. Instalações.....	30
3.5. Manejo alimentar.....	31
3.6. Parâmetros avaliados.....	31
3.6.1. Avaliações climáticas.....	31
3.6.2. Avaliações fisiológicas.....	32
3.7. Testes de adaptabilidade.....	34
3.8. Índices de conforto.....	34
3.9. Análises estatísticas.....	35
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
4.1. Temperatura ambiente.....	36
4.2. Temperatura retal.....	36
4.3. Frequência respiratória.....	38
4.4. Frequência cardíaca.....	39
4.5. Temperatura timpânica.....	41
4.6. Temperatura do pelame.....	43
4.7. Pressão arterial.....	44
4.8. Taxa de sudação.....	46
4.9. Índices de conforto e testes de adaptabilidade.....	47
4.9.1. Índice de temperatura e umidade (THI) e o índice de globo e umidade (BGHI) .....	47
4.9.2. Testes de adaptabilidade.....	49
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	50
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a grande maioria de seu território, cerca de dois terços, situada na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, conseqüência da elevada radiação solar incidente. Nos trópicos, as estações são definidas pelo regime pluviométrico e pela umidade relativa do ar, sendo divididos em trópicos úmidos e secos.

Nessa região do planeta, a temperatura média do ar situa-se em geral acima dos 20°C, sendo que a temperatura máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30°C por grande parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38°C. Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar são restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais.

O mercado de carne dos pequenos ruminantes domésticos está em franca ascensão em todo o país. Ressalte-se que a demanda está amplamente reprimida. No momento, cerca de 50% da carne ovina comercializada nas regiões Nordeste e Centro-Oeste provêm do estado do Rio Grande do Sul (RS) e de países como: Argentina, Uruguai e Nova Zelândia. Isto denota uma possibilidade enorme de mercado a ser conquistado. Entretanto a carne ovina proveniente do RS e daqueles países pode ser de qualidade inferior em virtude de, em grande parte, ser oriunda de animais de raças produtoras de lã. A produção de carne proveniente de animais deslanados e semi-lanados poderá atender à demanda interna e, em um futuro próximo, adentrar aos mercados internacionais.

Segundo Silva (1998), no cenário atual de desenvolvimento econômico no Brasil, a pecuária de ovinos apresenta-se como atividade promissora. O Brasil detém um expressivo rebanho ovino, com sua grande maioria localizada na região Nordeste, principalmente nas zonas semi-áridas.

A ovinocultura, com a viabilização de produtos de qualidade, poderá resultar em um aumento do nível de aceitabilidade, com conseqüente ampliação da agroindústria e artesanato regional, contribuindo, desta forma, para a melhoria do nível de vida e fixação do homem ao meio. Contudo vem ganhando grande impulso nos últimos anos pelo potencial que representa, podendo ser considerada um instrumento eficaz de promoção de desenvolvimento da zona semi-árida no Nordeste brasileiro. A sua exploração desempenha papel relevante como fonte de proteínas e importante fator sócio-econômico para os pequenos produtores, através da utilização de seus subprodutos (RODRIGUES, 1998; LIMA, 2000).

A adaptabilidade do animal pode ser medida ou avaliada pela habilidade que tem de se ajustar às condições ambientais adversas, com mínima perda no desempenho e conservando alta taxa reprodutiva, resistência às doenças e baixo índice de mortalidade (HAFEZ, 1973).

A Bioclimatologia está cada vez mais, tornando-se importante em função do ambiente influir na reprodução, ganho em peso, produção de leite e lã.

A busca pelo menor custo de produção em produtos de origem animal (leite e carne) tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos disponíveis. Considerando que a atividade pecuária é de custo elevado, o setor produtivo deve buscar alternativas de menor custo, como a construção e/ou adaptação das instalações para que garantam o maior conforto dos animais e conseqüente aumento na produtividade, sendo necessário a determinação dos limites críticos de temperatura para pequenos ruminantes oriundos de clima tropical, uma vez que a maioria dos autores recomendam os mesmos dados utilizados para animais procedentes de regiões de clima temperado.

Portanto, objetiva-se com este trabalho determinar as temperaturas críticas para borregas da raça Santa Inês em câmara bioclimática a 65% de umidade relativa do ar.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. OVINOCULTURA

O rebanho ovino do Nordeste é representado por um efetivo de aproximadamente 16,239 milhões de cabeças (IBGE, 2008), composto em sua vasta maioria por animais deslanados e semi-lanados, sendo seus principais representantes os Crioulos, Santa Inês, Morada Nova e Somalis.

Embora numericamente expressivos esses rebanhos apresentam níveis reduzidos de desempenho (GUIMARÃES FILHO *et al.*, 2000). Segundo Sousa e Leite (2000), apesar das raças ovinas deslanadas apresentarem excelentes qualidades de adaptação e de reprodução, apresentam baixos índices de produtividade, especificamente os relacionados à qualidade de carcaça.

O Nordeste brasileiro tem assumido, durante séculos, uma vocação pecuarista, especialmente, com a exploração de ruminantes domésticos. No entanto, os ovinos se destacam face às suas características de adaptação aos ecossistemas adversos, o que é fortemente influenciado por seus hábitos alimentares. Alia-se a este fato, a característica reprodutiva de poliestria contínua desses pequenos ruminantes domésticos na região, isto é, apresentam estro (cio) e ovulam ao longo de todos os meses do ano, onde o fotoperíodo não constitui fator limitante para a reprodução, uma vez que, seja atendida suas necessidades de nutrição e sanidade.

Por conseguinte, dentre as várias alternativas encontradas para a exploração agropecuária racional no Nordeste brasileiro destaca-se a ovinocultura como uma alternativa econômica viável de geração de emprego e renda apesar das intempéries climáticas que, ciclicamente, se abatem sobre a região (SIMPLÍCIO, 2006).

Os ovinos são caracterizados como animais domésticos oriundos de regiões frias a temperadas, os quais, o homem vem a muitos anos mudando este hábito passando também a explorá-lo nas regiões de clima tropical e subtropical, através de ajustes em alguns pontos como, seleção de animais, adaptação de raças e técnicas de manejo.

A busca de sistemas adequados à exploração pecuária faz parte da procura permanente de condições de produção que maximizem a produtividade e incremente a remuneração e a rentabilidade da atividade. Face às condições estruturais e conjunturais atuais da economia, e da ovinocultura em particular, aspectos relacionados ao bem estar animal, até recentemente ignorados, passam a ser relevantes, visto que viabilizam a expressão de fatores de produção complexos, primordiais à produção de carne, à ambiência, à genética, à nutrição e à sanidade animal. Da mesma forma, possibilitam o alcance de novas metas e o aumento da quantidade e qualidade da produção a custos compatíveis (SILVA, 1998).



## **2.2. AMBIENTE E ESTRESSE TÉRMICO**

As regiões tropicais apresentam baixa produtividade animal quando comparada com as regiões de clima temperado. Este é o resultado de vários efeitos do ambiente tropical, decorrentes dos elementos climáticos como, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, ventos dominantes, pressão atmosférica, pluviosidade e fotoperíodo, que se encontram acima do limite ideal para ótimo desempenho do rebanho (AZEVEDO, 1993). Contudo, os ovinos diante das condições desfavoráveis ativam mecanismos termorreguladores para reduzir o estresse ambiental e principalmente, manter o balanço térmico (TUTIDA *et al.*, 1999).

Os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual. Sendo sua produção condicionada às influências do ambiente, o qual não se mantém constante ao longo do tempo, necessitando de mecanismos para se ajustarem ao meio em que se encontram (BACCARI JÚNIOR, 1998).

O estresse térmico tem como definição a soma dos mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente agressor ou estressor, externo ou interno, para manter a homeostase. As respostas ao estresse podem ser: comportamentais, fisiológicas e imunológicas, agindo de forma isolada ou em conjunto (MARQUES, 2000).

Baccari Júnior (1998) cita que o estresse climático é causado, principalmente pela temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e a radiação solar. Segundo Giesecke (1985) um animal em estado de estresse realiza ajustes em seu comportamento e/ou fisiologia, com a finalidade de facilitar a expressão de seu genótipo e fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente. Os agentes estressores são definidos como fatores: individual ou coletivo, natural ou artificial, endógeno ou exógeno, que contribuem, direto ou indiretamente, para o estresse do indivíduo.

Para Hopkins *et al.* (1978), o estresse calórico tem sido reconhecido como um importante fator limitante da produção ovina nos trópicos. Há, portanto, segundo Monty Júnior *et al.* (1991), a necessidade de se conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento técnico à exploração ovina, bem como as propostas de introdução de raças em uma nova região ou mesmo o norteamento de programas de cruzamentos, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

## **2.3. ZONA DE TERMONEUTRALIDADE**

Ovinos são animais homeotérmicos, ou seja, que têm a capacidade de controlar, dentro de uma estreita margem, a temperatura corporal (HAFEZ, 1995). Este mecanismo, entretanto, é eficiente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites, o que demonstra a importância de se manter as instalações com temperatura ambiente próximas às da zona de conforto térmico dos animais.

A Zona de Termoneutralidade é definida por Rosenberg *et al.* (1983), como a faixa de temperatura em que apenas o metabolismo normal fornece a energia necessária para manter a temperatura corporal em níveis adequados. Dentro de uma ampla faixa de temperatura, podem ser definidas zonas térmicas que proporcionam maior ou menor conforto ao animal. Os animais, para terem máxima produtividade, dependem de uma faixa de temperatura adequada, também chamada de zona de termoneutralidade, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo. Do ponto de vista de produção, este aspecto reveste-se de muita importância, pelo fato de dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais serem utilizados exclusivamente para seu crescimento e desenvolvimento (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Portanto, para que os ovinos possam expressar seu potencial genético de produção, devem contar com condições meteorológicas que preferencialmente, se localizem na zona de conforto térmico, além de receberem alimentação adequada, em quantidade e qualidade.

Alexander e Williams (1961), citados por Hassanin *et al.* (1996), apontam os valores de 25 a 30 °C como a zona de conforto térmico para cordeiros. Com isto, o custo fisiológico é mínimo, a retenção de energia na dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite são normais e a produção é ótima.

Segundo Rosenberg *et al.* (1983); Yousef (1985) e Baccari Júnior (1998), quando os animais se encontram em um ambiente de conforto térmico o *déficit* energético ocorre em níveis mínimos. Portanto, a energia do organismo pode ser dirigida para os processos produtivos, além de sua manutenção, evitando gastos, para manter o equilíbrio fisiológico em situações de estresse.

Müller (1978) relata que a temperatura corporal aumenta, sensivelmente na maioria dos animais domésticos, em resposta a temperaturas efetivas de 28°C. Entretanto, a hipertermia ocorre em temperaturas situadas entre 30 e 50°C para temperaturas efetivas, ou quando a temperatura corporal aumenta em torno de 3 a 6°C além do normal. Esses valores são dependentes do tempo de exposição e da adaptação ao calor, assim como, do nível de produção animal.

Segundo Nãas (1989), o ideal é uma umidade relativa média de 75% e temperatura ambiente entre 4 e 30°C. Contudo, McDowel (1972) preconizou como condições ideais para criação de animais domésticos, umidade relativa do ar entre 60 e 70% e ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 ms<sup>-1</sup>. Entretanto Baeta & Souza (1997) recomendam que a zona de conforto térmico para ovinos deva situar-se entre 20 e 30°C, sendo 34°C a temperatura efetiva crítica superior.

Titto (1998) observou que existe uma grande variação na literatura sobre a zona de conforto térmico para os animais domésticos, esta variação é influenciada pela umidade relativa do ar, rusticidade dos animais, nível metabólico, que depende do plano nutricional e do estágio fisiológico.

## **2.4. TEMPERATURA**

Temperatura é o elemento climático mais fácil de ser mensurado, sendo considerado o fator meteorológico com maior influência sobre o ambiente físico dos animais (MCDOWELL, 1972). Entre o animal e o meio existe uma constante transferência de calor dividida em calor sensível e calor insensível. A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação e dependem da existência de um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (HABEEB *et al.*, 1992).

### **2.4.1. TEMPERATURA RETAL**

Damasceno e Targa (1997) citaram que a temperatura retal é resultante das trocas de calor com o ambiente, sendo portanto, dependente das condições deste e da habilidade do animal em dissipar o excesso de calor. De acordo Johnson (1980), a temperatura retal pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais. Conseqüentemente, a temperatura retal é usada freqüentemente como índice de adaptabilidade fisiológica dos animais ao ambiente, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes como observa Mota (1997).

Segundo Gibbons (1966), citado por Baccari Júnior (2001), os índices de temperatura retal são influenciados pelo período do dia. À tarde, apresenta-se 0,5 a 1,5°C mais elevada que pela manhã, e no verão é mais alta que no inverno. Santos *et al.* (2006) e Souza *et al.* (2005), também enfatizaram que a temperatura retal e a freqüência respiratória dos animais são afetadas pelo período do dia, cujos animais mostraram temperatura retal menor no período da manhã, quando comparados com o período da tarde.

Segundo Brion (1964), a temperatura retal média de ovinos adultos varia de 39,0 a 40,0°C. O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3% na temperatura retal e de 194 % na freqüência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6 para 39,9°C e de 32 para 94 movimentos por minuto (MCDOWELL, 1972).

A temperatura retal média dos ovinos é de aproximadamente 39,1°C (SWENSON, 1996). Entretanto, Quesada *et al.* (2001) trabalhando com ovinos Santa Inês encontraram valores críticos de temperaturas retais de 38,99°C. McDowell *et al.* (1976) afirmaram que a

elevação da temperatura retal em 1°C ou menos, é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos.

Bianca e Kunz (1978) enfatizaram que a temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. De acordo com Barbosa (2000), a variação na temperatura retal e o aumento da frequência respiratória cumprem importante papel na termorregulação de ovelhas, submetidas ao estresse calórico, no entanto são inevitáveis os efeitos negativos na produtividade.

#### **2.4.2. TEMPERATURA CRÍTICA**

Animais sob estresse calórico utilizam-se de artifícios para a manutenção da temperatura corporal. A busca pela homeotermia ocorre em duas fases: na primeira, naturalmente ocorre variação na temperatura corporal durante o dia, num ambiente de termoneutralidade a variação vai de 0,1 a 0,3°C, sem estar associado com o estresse calórico, na segunda, há dois estágios de administração da produção de calor, um estágio é marcado pelo aumento da dissipação, através da perda pela evaporação e o outro pela redução do consumo de alimentos para reduzir a produção de calor metabólico (HAHN, 1992 citado por MARQUES, 2000).

Animais após sofrerem estresse calórico levam de três a quatro dias para sua temperatura corporal diminuir e então aumentar o consumo de alimentos, porém este aumento no consumo pode não, necessariamente, voltar ao mesmo nível que possuía no ambiente de termoneutralidade, este novo ponto ideal ocorre normalmente em oito a dez dias após o início da exposição ao calor (HAHN, 1992 citado por MARQUES, 2000).

Portanto, quando os ruminantes são expostos a temperaturas elevadas e as formas físicas de perda de calor (condução, radiação, convecção e evaporação por sudorese) não são suficientes para manter a sua homeotermia, estes apresentam as seguintes reações biológicas: elevação da temperatura interna; aumento no ritmo respiratório; diminuição do consumo de alimento; aumento da ingestão de água; diminuição na produção de leite; alteração da composição do leite; diminuição do crescimento corporal e alterações dos parâmetros reprodutivos (MARQUES, 2000).

A diminuição do consumo de alimentos é o principal fator responsável pelo decréscimo no desempenho animal em condições de estresse térmico, o que também resulta em um decréscimo na produção de calor. Portanto, é uma estratégia muito utilizada pelos animais para manter a sua temperatura corporal constante (HUBER, 1995).

Em temperaturas acima de 35°C os processos de dissipação de calor como condução, radiação e convecção desaparecem, ficando a evaporação como responsável pela totalidade da

dissipação. Sendo as glândulas sudoríparas, juntamente com as vias respiratórias as responsáveis por esse processo.

Animais mantidos sob temperatura ambiente abaixo da zona de conforto térmico reagem por meio da vasoconstrição, da piloereção, diminuindo a dissipação de calor (JOHNSON, 1987a,b). Segundo Nääs (1989) a faixa de 13 a 18°C é confortável para a maioria dos ruminantes, podendo essa faixa ser alterada para os limites de 7 a 21°C, em função da umidade relativa e radiação solar.

### **2.4.3. TEMPERATURA TÍMPÂNICA**

A eficácia da medida de temperatura retal pode ser comprometida pela presença de fezes no reto, peristaltismo aumentado e posicionamento incorreto do termômetro (KUNKLE *et al.*, 2004). A temperatura retal também é influenciada pela atividade ruminal e pelo ambiente (BERMAN, 1971). Outro problema está relacionado com a pouca fidelidade das alterações térmicas que estão ocorrendo em órgãos vitais como o funcionamento do cérebro (MALONEY *et al.*, 2001).

Alternativamente, a mensuração da temperatura da membrana timpânica pode ser mais rápida e precisa, por isso está sendo usada mais frequentemente na clínica humana e veterinária. Nos animais domésticos, a mensuração da temperatura timpânica não foi suficientemente comparada com a aferição da temperatura retal. Portanto, não existe um termômetro timpânico exclusivo para uso veterinário.

Por outro lado, a temperatura da membrana timpânica depende da carótida interna, que irriga o cérebro. A rede carotídea (LABURN *et al.*, 1988) capacita os animais a “resfriarem” o sangue antes que este adentre o cérebro (CAPUTA, 2004). Outro mecanismo que auxilia no resfriamento da temperatura cerebral e da membrana timpânica é o relaxamento das arteríolas por ação reflexa do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do óxido nítrico (NO), potentes vasodilatadores (MEINERS & DABBS, 1977; DREVETS & RAICHLE, 1995).

### **2.4.4. TEMPERATURA DO PELAME**

As diferenças verificadas na atividade metabólica dos tecidos fazem com que a temperatura não seja homogênea em todo corpo, apresentando variações de acordo com a região anatômica. A superfície corporal apresenta temperaturas mais variáveis e mais sujeitas às influências do ambiente externo (SILVA, 2000).

A pele protege o organismo do frio e do calor. Portanto sua temperatura depende principalmente das condições da temperatura ambiente, umidade e características fisiológicas

como vascularização e evaporação do suor. Desta forma, a pele contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante as trocas de calor com o ambiente (BACCARI JUNIOR, 2001).

A troca de calor mediante a pele depende do gradiente de temperatura entre esta e o ar. Portanto, as perdas de calor por meios não evaporativos (trocas secas) diminuem à medida que a temperatura crítica superior se eleva, fazendo com que os ovinos se tornem dependentes da vasodilatação periférica e da evaporação da água para aumentar a dissipação de calor e prevenir o aumento da temperatura corporal.

É importante ressaltar que os efeitos evaporativos e convectivos na perda de calor não são facilmente separáveis. Assim, a velocidade do ar é um fator importante que influencia o processo de transferência evaporativa (KADZERE *et al.*, 2002).

## 2.5. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA

Segundo Marques (2000) a carga térmica excessiva verificada nos trópicos provoca nos ruminantes uma aceleração do ritmo respiratório que visa à dissipação térmica pelo aquecimento do ar inspirado e pela evaporação da água pelas vias respiratórias. A eficiência do primeiro sistema depende do volume de ar inspirado, de seu calor específico e da diferença de temperatura entre o ar inspirado e o expirado. A evaporação também depende da umidade relativa do ar e do calor latente de evaporação.

A perda de calor latente consiste na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação (INGRAM & MOUNT, 1975). Quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio, maior é a capacidade de dissipação de calor pelo animal. Contudo, à medida que diminui esse gradiente ocorre uma redução na perda de calor, da forma sensível e aumenta através dos mecanismos de perda de calor latente, como a sudorese e ou frequência respiratória (SOUZA *et al.*, 2003).

Segundo Falco (1997) a cada aumento de 10°C na temperatura do ar, o ritmo respiratório na maioria dos animais domésticos dobra, encontrando-se valores acima de 200 movimentos respiratórios por minuto quando a temperatura do ar é maior que a do corpo.

Embora o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico seja o aumento da frequência respiratória, esta resposta é a terceira na seqüência dos mecanismos de termorregulação, ocorrendo inicialmente a vasodilatação periférica e a sudorese. O aumento ou a diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do estresse a que são submetidos os animais. Assim, aumentam a frequência respiratória apresentando a taquipnéia, como complemento ao aumento da taxa de sudorese, constituindo ambos, importantes meios de perda de calor por evaporação (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Hales e Brown (1974) reportam que a taxa de respiração basal da espécie ovina é de cerca de 25 a 30 mov.min<sup>-1</sup>, podendo subir, segundo Terril e Slee (1991), a 300 mov.min<sup>-1</sup> em ovinos estressados. A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em uma frequência de 40-60, 60-80 e 80-120 mov.min<sup>-1</sup> caracterizando um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 150 para bovinos e 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo (SILANIKOVE, 2000).

Segundo Aguiar *et al.* (1996) a frequência respiratória depende, principalmente, do período do dia, da temperatura ambiente e do nível de produção animal.

## **2.6. FREQUÊNCIA CARDÍACA**

Segundo Cowles (1958) citado por Silva (2000) uma das respostas mais rápidas ao estresse animal é a alteração na circulação sanguínea local e geral. A capacidade de alterar o fluxo sanguíneo de um órgão para outros é característica de todos os vertebrados, sendo uma das primeiras funções fisiológicas da termorregulação.

O processo de vasodilatação que ocorre durante o estresse calórico, consiste na variação do fluxo sanguíneo para a periferia, sendo um meio eficaz de transferir energia térmica do interior do corpo para o ambiente externo. Contudo, em situações de estresse pelo frio esse quadro se inverte, ocorrendo uma vasoconstrição dos vasos sanguíneos da epiderme, onde o fluxo de sangue é desviado por canais chamados de *anastomoses* arteriovenosas, pelos quais o sangue pode continuar circulando sem atingir a epiderme. Evitando que o animal perca calor para o ambiente (SILVA, 2000).

De acordo com Johnson *et al.* (1991) e Elvinger *et al.* (1992), o estresse térmico pode causar diluição, concentração ou não ter nenhum efeito sobre o volume do plasma sanguíneo. A diluição do plasma sanguíneo, quando os animais estão sob estresse calórico, ocasiona queda da pressão arterial devido à dilatação das veias cutâneas (vasodilatação), necessitando de incremento do trabalho cardíaco. Contudo, o processo de vasoconstrição, que ocorre no estresse por frio, deve favorecer um menor ritmo cardíaco.

## **2.7. PRESSÃO ARTERIAL**

A pressão sanguínea é diferente nos diversos territórios de circulação. O sangue se movimenta de um local de alta pressão para um de baixa pressão. Quando o ventrículo esquerdo contrai e ejeta o sangue para a aorta, esta se distende por causa do sangue e sua pressão aumenta até um valor de pico chamado pressão sistólica (normalmente 120 mmHg).

Entre o período de ejeções, o sangue continua a fluir da aorta para as artérias, favorecido pelo gradiente de pressão no sistema. Esta saída de sangue da aorta promove a queda

da pressão da própria aorta. O valor mínimo da pressão aórtica, antes da próxima ejeção cardíaca, é denominado pressão diastólica (geralmente 80 mmHg). A pressão aórtica média é de cerca de 98 mmHg, e representa a energia potencial para conduzir o sangue pela circulação sistêmica (SWENSON, 1996).

As pressões são sempre medidas tendo como referência a pressão atmosférica, portanto uma pressão de 98 mmHg significa que a pressão sanguínea é 98 vezes maior que a pressão atmosférica externa ao organismo. Também por convenção a pressão arterial é medida no nível do coração, pois a força da gravidade atua sobre o sangue afetando a pressão real dentro dos vasos. O fator de correção para o efeito da gravidade é de 1,36 mmHg para cada centímetro acima ou abaixo do nível do coração (GURTLER, 1987).

As veias são conhecidas como o reservatório sanguíneo da circulação. Contudo as artérias são as condutoras de alta pressão, para levar o sangue para os capilares. As arteríolas são os portões da circulação sistêmica, elas fazem constrição ou dilatação para controlar o fluxo sanguíneo para cada rede de capilares. Os capilares são os vasos de troca da circulação. A aorta se ramifica em vasos de calibre cada vez menores, o diâmetro desses vasos, conseqüentemente, torna-se reduzidos, mas o número de vasos aumenta (SWENSON, 1996).

O sangue proveniente dos capilares é coletado por vênulas e veias e é carregado muito rapidamente para o coração. A velocidade do fluxo sanguíneo é menor nos capilares, e não o fluxo total por minuto. Além de ter grande área de seção transversa, os capilares têm ampla área de superfície, que ajuda a promover a eficiente troca por difusão entre o sangue nos capilares e o líquido intersticial (GONÇALVES, 2008).

Segundo Cunningham (1999), o sangue tem funções especiais como: respiratória, que auxilia a hemoglobina dos eritrócitos no transporte de oxigênio do pulmão para dentro dos tecidos; transporte de ácido carbônico para os pulmões; nutrição; excreção; defesa com o auxílio dos anticorpos, das enzimas e dos leucócitos; regulação do equilíbrio hídrico do organismo; regulação do pH, com base na alta capacidade de tamponamento; regulação da pressão osmótica, em conseqüência da regulação da concentração protéica e salina no sangue; transporte hormonal e juntamente com o sistema nervoso, serve para a coordenação das funções orgânicas em todo o organismo; distribuição do calor e regulação da pressão arterial.

Portanto, quando os animais estão submetidos a algum tipo de estresse, calórico ou por frio, todas essas funções ficam comprometidas, alterando o metabolismo devido o aumento da taxa de sudação (perda de minerais), aumento da taxa respiratória (alcalose respiratória), queda do sistema imune e conseqüente baixo bem-estar e desempenho dos animais.

## **2.8. TAXA DE SUDAÇÃO**



Quando a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, os mecanismos de transferência térmica, condução e convecção, se tornam ineficazes. Portanto, quando os ovinos são expostos a altas temperaturas, a evaporação torna-se o mecanismo de termólise mais eficaz nesses ambientes (MONTEITH & UNSWORTH, 1990).

Segundo Silva & Starling (2003) a evaporação cutânea tende a ser maior, à medida que a espessura do velo aumenta, até esta ser de cerca de 10 cm; este incremento na evaporação ocorre em nível da superfície cutânea e foi observado também por Hofmeyr *et al.* (1969), em circunstâncias semelhantes. Uma hipótese que pode ser aventada é que o nível de evaporação cutânea, o qual se acha diretamente associado à taxa de sudação dos animais, tende a aumentar quando a temperatura da superfície da epiderme se eleva.

É sabido que os ovinos possuem glândulas sudoríparas do tipo apócrina, associadas aos folículos pilosos primários de lã (BLIGH, 1961; ROBERTSHAW, 1966) e alguns autores, como Alexander & Williams (1962), determinaram altas taxas de sudação em animais tosquiados mantidos a 40°C.

Em situações adversas, de intenso estresse calórico, ocorre um aumento na taxa de sudação (BACCARI *et al.*, 1997). Paralelamente, existe diminuição na ingestão de alimentos, aumento na perda de eletrólitos e água, o que pode influenciar a osmolaridade e volume sanguíneo dos ruminantes (OLSSON *et al.*, 1995).

As evidências encontradas na literatura acerca da importância relativa da evaporação respiratória e da cutânea nos ovinos são conflitantes. Algumas pesquisas anteriores (RIECK, 1950; KNAPP & ROBINSON, 1954; BROOK & SHORT, 1960 a,b) afirmaram que, sob altas temperaturas (30 a 40°C), a evaporação cutânea chega a ser até três vezes mais intensa que a respiratória. Outros supõem que a evaporação respiratória seja mais importante (ALEXANDER & WILLIAMS, 1962; HOFMEYR *et al.*, 1969; HALES, 1974).

Há variedade nas unidades de medida adotadas por diferentes autores, alguns se referindo à área de superfície corporal e outros ao peso corporal. Essas diferenças dificultam bastante a comparação dos dados da literatura. A evaporação cutânea em termos de gramas de vapor por unidade de peso corporal é considerada como a mais correta e racional pela maioria dos autores, desde Brockway *et al.* (1965).

A perda latente de calor pelas vias respiratórias é uma das principais vias de eliminação do excesso térmico por ovinos, pois o processo de sudorese é de menor eficiência nessa espécie. Entretanto, o mesmo está estreitamente ligado à temperatura ambiente, umidade do ar e a radiação solar.

## **2.9. ÍNDICES DE CONFORTO**

Para a determinação dos níveis de conforto térmico ambiental, diversos índices têm sido desenvolvidos, sendo dependentes de vários parâmetros inter-relacionados, como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar (MARTA FILHO, 1993). As respostas ao estresse térmico, mais utilizadas são, a temperatura corporal, a taxa e o volume respiratório, isoladamente ou em combinação (FEHR *et al.*, 1993).

Portanto, a adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico e da adaptabilidade de um rendimento, modificando este rendimento quando o animal é submetido a altas temperaturas, são para MacDowell (1989), as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

Entretanto, para Bianca e Kunz (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. Segundo Hopkins *et al.* (1978) os valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como um índice de adaptabilidade. Portanto os animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI JR, 1986).

De acordo com Siqueira *et al.* (1993), a temperatura retal, a frequência respiratória e o nível de sudorese cumprem um importante papel na termorregulação dos ovinos, merecendo atenção especial, no quesito adaptabilidade desses animais ao ambiente.

Contudo as avaliações se dividem em duas classes que descreve a tolerância do animal em um ambiente quente, que são mediante a adaptabilidade fisiológica, principalmente modificações no seu equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de rendimento, que descreve as modificações da produtividade animal (BACCARI JR, 1990).

Mesmo as espécies mais tolerantes ao calor, como é o caso dos caprinos que é tida como menos susceptíveis ao estresse ambiental, em temperaturas críticas, reduzem a sua eficiência bioenergética prejudicando o resultado de sua produtividade (LU, 1989). Por isso, o conhecimento prévio do desempenho de raças exóticas introduzidas em ambientes diferentes ao de sua origem torna-se indispensável.

Portanto o interesse de desenvolver uma técnica de alta confiabilidade para medir a tolerância ao calor desdobra-se em dois aspectos, traduzidos pela identificação de raças ou linhagens que mantêm a homeotermia quando em temperaturas elevadas, além do entendimento dos caracteres anatomofisiológicos envolvidos na termólise (BACCARI JR., 1986).

McDowell (1967) ressalta a necessidade de que uma prova de tolerância ao calor deva guardar alta correlação com a produtividade dos animais, de tal maneira que se possa prever em animais jovens, através de medidas de adaptabilidade, o desempenho destes e de seus descendentes. Para Olivier (2000) a avaliação de uma raça ou grupo genético não pode ser

baseada apenas na capacidade de ganho de peso e no rendimento de carcaça, mas também na eficiência produtiva, adaptabilidade, prolificidade e taxa de sobrevivência.

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para avaliar o ambiente onde os animais estão inseridos e os testes de adaptabilidade para analisar a rusticidade dos animais perante as situações adversas. Portanto, o objetivo destes é alocar o melhor ambiente para cada animal, espécie ou raça, tendo o maior desempenho produtivo e reprodutivo possível e favorecer o melhoramento genético da espécie em questão. Os principais índices de conforto são, Índice de Temperatura e Umidade (THI) e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (BGHI) e os teste de adaptabilidade são o de Ibéria e o de Benezra.

### **2.9.1. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (THI)**

O índice de temperatura e umidade (THI) foi desenvolvido por Thom (1959) como índice de conforto para humanos. Posteriormente foi utilizado para descrever o conforto térmico para animais, fato que ocorreu desde que Johnson *et al* (1962) observaram quedas significativas na produção de vacas leiteiras associadas ao aumento no THI. Conforme descrito por Johnson (1980), esse índice pode ser calculado a partir da temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de ponto de orvalho (Tpo).

Assim:

$$THI = Ts + 0,36 Tpo + 41,2$$

Em que:

Ts = temperatura do termômetro de bulbo seco, °C

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, °C

Segundo Hahn (1985), valores de THI iguais ou menores a 70 expressam uma condição normal, valores entre 71 e 78 indica um nível crítico; entre 79 e 83 uma situação de perigo e acima de 83, emergência.

### **2.9.2. ÍNDICE DE GLOBO E UMIDADE (BGHI)**

O índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI) baseia-se nas medidas da temperatura de globo negro, da temperatura de ponto de orvalho e da temperatura ambiente. Buffington *et al.* (1981) desenvolveram o índice de globo negro e umidade como uma modificação para a equação do THI, considerando o efeito da radiação solar direta e indireta e da velocidade do vento.

A equação que descreve o BGHI é:

$$\text{BGHI} = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5 \text{ (Buffington } et al., 1981)$$

Onde:

$T_g$  = temperatura do termômetro de globo negro, °C;

$T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho, °C.

Esses autores compararam o BGHI e o THI, e concluíram ser esse índice de maior eficácia como indicador de conforto animal que o THI sob radiação solar direta. À sombra esses índices obtiveram valores de mesma magnitude. O BGHI parece ser um indicador mais acurado do conforto dos animais que o THI, sendo o THI recomendável para condições de estresse moderado.

O conhecimento da “Zona de Conforto Térmico” é de grande importância na produção de ovinos, mas ainda são escassas as informações da zona homeotérmica e dados de temperaturas críticas (máxima e mínima) dos pequenos ruminantes, o que dificulta a geração de uma resposta definitiva para esse tipo de recurso.

## **2.10. TESTES DE ADAPTABILIDADE**

### **2.10.1. TESTE DE IBÉRIA**

Vários testes de tolerância ao calor foram desenvolvidos, como os de Rhoad (1944) e de Dowling (1956), tendo porém sua aplicação reduzida em função de algumas limitações. O teste idealizado por Rhoad (1944), conhecido como teste de Ibéria, toma-se como base de cálculo a temperatura retal de 38,99°C, tida como temperatura corporal normal, não levando em conta diversas situações fisiológicas que alteram este parâmetro. Neste teste são tomadas as temperaturas retais dos animais de manhã (10:00 h) e à tarde (15:00 h), durante 3 dias consecutivos.

Os dados médios são aplicados à fórmula:

$$\text{CTC} = 100 - [18 (\text{Tr} - 38,99)]$$

Onde:

CTC = Coeficiente de tolerância ao calor

100 = Eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,99°C.

18 = Constante.

TR = Temperatura retal média final.

38,99°C = Temperatura retal média considerada normal para ovinos.

Portanto, quanto mais próximo de 100, maior o grau de adaptação dos animais. Segundo Silva (2000), o ITC varia teoricamente de 0 a 100, de modo que o animal cuja temperatura retal não desvie da normal para a espécie.

Esta fórmula admite a temperatura 38,99°C como temperatura retal normal para os caprinos e ovinos, sendo uma variação da fórmula original, desenvolvida para bovinos, que considera uma temperatura de 38,3°C como normal para a espécie.

### **2.10.2. TESTE DE BENEZRA**

Segundo Müller (1978) o teste de Benezra foi realizado, inicialmente, na Venezuela. Onde, desenvolveu-se um coeficiente de adaptabilidade (CA) para bovinos e não considerou apenas a temperatura retal (TR), associando também à frequência respiratória como medida de adaptabilidade.

O coeficiente de adaptabilidade 1(CA<sub>1</sub>) foi obtido segundo a fórmula:

$$CA_1 = TR/38,99 + FR/19$$

Onde:

CA<sub>1</sub> = Coeficiente de adaptabilidade.

TR = Temperatura retal observada, em °C.

FR = Frequência respiratória observada, em movimentos por minuto.

38,99 = Temperatura retal média, considerada normal para ovinos.

19 = Frequência respiratória média, considerada normal para ovinos.

Contudo, esta fórmula foi adaptada de Muller (1982), comparando-se o resultado obtido com o padrão 2, considerado normal, que é observado quando os parâmetros fisiológicos não se alteram em relação ao padrão. Portanto, quanto mais próximo do padrão 2, mais adaptado o animal (ou raça) ao calor.

Outro coeficiente de adaptabilidade (CA<sub>2</sub>) foi determinado, acrescentando-se o parâmetro frequência cardíaca à fórmula anterior, sendo a frequência obtida através da contagem do número de batimentos cardíacos por minuto, com auxílio de um estetoscópio.

A fórmula então foi:

$$CA_2 = TR/38,99 + FR/19 + FC/75$$

Onde:

CA<sub>2</sub> = Coeficiente de adaptabilidade.

TR = Temperatura retal observada, em °C.

FR = Frequência respiratória observada, em movimentos por minuto.

FC = Frequência cardíaca observada, em batimentos por minuto.

38,99 = Temperatura retal média, considerada normal para ovinos.

19 = Frequência respiratória média, considerada normal para ovinos.

75 = Frequência cardíaca média, considerada normal para ovinos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento com duração de 71 dias foi conduzido no Centro de Estudos Bioclimáticos (CEBIO) (Figura 1) da UESB – *Campus* Juvino Oliveira localizado no município de Itapetinga, BA situado a Latitude de 15°18'S e Longitude 40°15'W, com temperatura média anual de 27°C, altitude média de 268 m e clima segundo a classificação de Köppen caracterizado como *Aw* (quente e úmido com estação seca de inverno).



**FIGURA. 1** – Centro de Estudos Bioclimáticos – CEBIO.

#### 3.2. ETAPA EXPERIMENTAL

Determinação em câmara bioclimática da “zona de conforto térmico” e “temperatura máxima crítica” e “temperatura mínima crítica”. Esta etapa consistiu no aumento gradual da temperatura e controle da umidade relativa do ar, medindo-se as respostas fisiológicas e de desempenho de ovinos da raça Santa Inês.

#### 3.3. ANIMAIS DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS

Foram utilizadas 7 borregas deslanadas da raça Santa Inês, com peso inicial médio de 43,35±4,9kg, pelagem negra e idade média de 18 meses, submetidas ao seguinte manejo pré-experimental: identificação individual com brinco auricular numerado, vacinação, aplicação de ADE, casqueamento e vermifugação.

Foi empregado um período pré-experimental de 15 dias a fim de adaptar os animais as condições de manejo (baias e dieta).

Foram distribuídos, aleatoriamente, sete animais em sete tratamentos, com três repetições (dias de exposição) e cinco dias de intervalos entre cada tratamento, a fim de eliminar

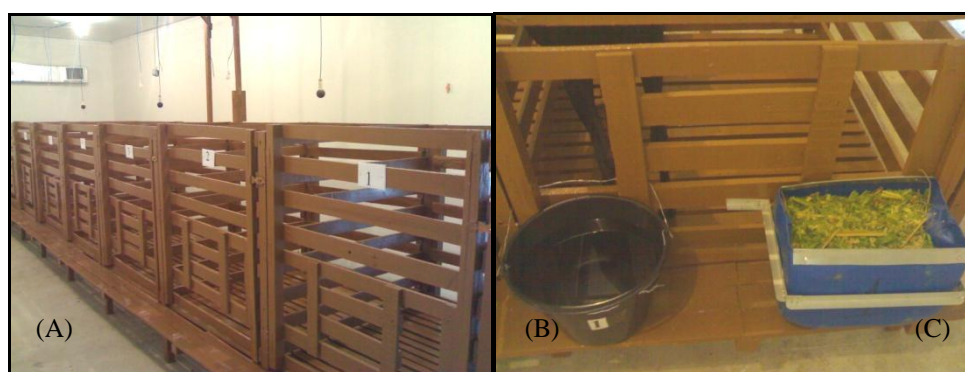
possível efeito residual. Os tratamentos que foram seqüencialmente às temperaturas de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C.

Para todos os tratamentos, adotou-se como metodologia a exposição contínua, a cada faixa de temperatura, durante oito horas consecutivas. Findo este intervalo de tempo a câmara climática era ajustada para 25°C e 65% de umidade relativa (adotando-se estes valores como faixa de conforto), repetindo-se este manejo experimental durante três dias seguidos.

A umidade relativa do ar no ambiente climatizado foi fixada, para todos os tratamentos, em 65%, com variação máxima deste valor em  $\pm 8\%$ .

### 3.4. INSTALAÇÕES

Os animais foram alocados nos dias de coletas experimentais, no interior da câmara climática, em baias individuais (Figura 2) com dimensões de 1,3 m x 1,0 m x 1,0 m, respectivamente de comprimento, largura e altura; com piso ripado, com ripas de 5 cm de largura, distanciadas em 1,5 cm entre si; bebedouro individual (balde plástico fixado na parte externa da baia) e cocho individual de poliuretano, com 35 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro, fixado na parte externa da baia.



**FIGURA. 2** – Baias (A), balde de plástico (B) e cocho de poliuretano (C).

O manejo experimental consistia na entrada dos animais, dentro da câmara climática na tarde anterior ao início de cada tratamento quando estes pernoitavam no ambiente térmico preconizado como de conforto (25°C e 65%). No início da manhã de cada dia experimental a câmara climática era ajustada para a faixa ambiental desejada, permanecendo nessa condição por oito horas consecutivas.

Entre cada tratamento, durante cinco dias, os animais foram mantidos sob temperatura ambiente, em baia coletiva, em um abrigo (Figura 3) coberto com telha de cimento amianto com pé-direito de 3 metros, sem paredes laterais, possibilitando uma área de 1,5m<sup>2</sup>/animal, com disponibilidade de água e ração *ad libitum* e suplementação com sal mineral proteinado.





**FIGURA. 3** – Abrigo externo.

### **3.5. MANEJO ALIMENTAR**

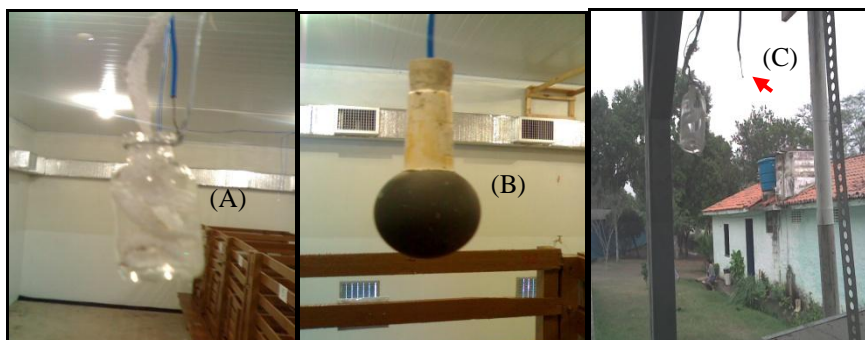
Os animais foram alimentados com Capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*), cortado e picado diariamente, ajustado para 10% de sobras e concentrado na proporção de 1% do peso vivo. Também foi fornecido suplemento mineral e água *ad libitum*.

A oferta diária de alimento foi feita, em quantidades iguais às 7:30 e 16:30 horas.

### **3.6. PARÂMETROS AVALIADOS**

#### **3.6.1. AVALIAÇÕES CLIMÁTICAS**

Foram medidas, de forma contínua, ao longo do período experimental (com uso da Datalogger Campbell Scientific Inc. CR23X) na câmara bioclimática, a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a temperatura de globo negro (Figura 4). Na parte externa do CEBIO foram coletados a temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido, a fim de serem utilizadas como referência.



**FIGURA. 4** – Bulbo úmido (A), termômetro de globo negro (B) e bulbo seco (C).

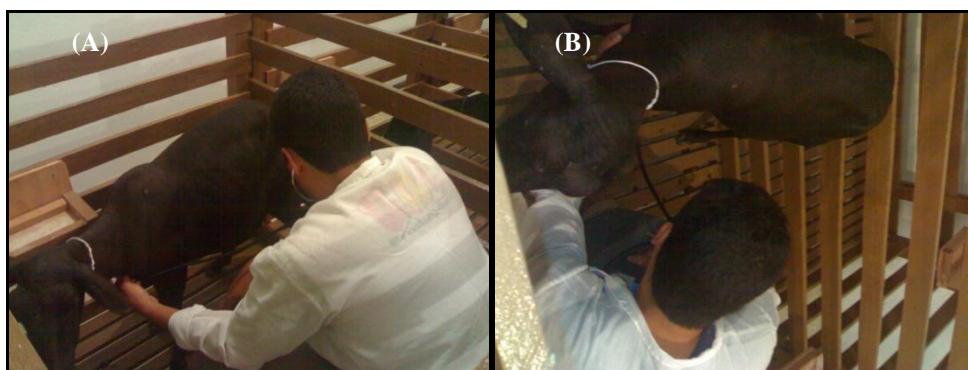
As temperaturas de bulbo e seco, de bulbo úmido e de globo negro foram medidas a 1,7 m do solo, com o uso de termopares tipo T (cobre/constantan). A temperatura de bulbo úmido foi obtida encapsulando a ponta do termopar em um cadarço de algodão umedecido em água destilada e a temperatura de globo negro inserindo-se termopares em globos negros (Livingston Atmometer Go.).

### 3.6.2. AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS

Os parâmetros fisiológicos analisados foram, frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR), temperatura timpânica (TT), taxa de sudorese (TS) e pressão arterial (PA).

A frequência respiratória (Figura 5) foi realizada pela observação dos movimentos laterais do flanco, com auxílio do estetoscópio (Figura 9 – E), durante 15 segundos e multiplicada por quatro para cálculo da FR/min.

A frequência cardíaca (Figura 5) foi realizada com auxílio de estetoscópio onde se contou o número de batimentos cardíacos em 15 segundos e multiplicando-se o mesmo por quatro para cálculo da FC/min.



**FIGURA. 5** – Observação da frequência cardíaca (A) e frequência respiratória (B).

A temperatura retal (Figura 6) foi mensurada mediante termômetro clínico digital humano (Figura 9 - D).

A temperatura timpânica (Figura 6) foi determinada por meio de termômetro infravermelho (Figura 9 - B) introduzido no conduto auditivo por cerca de 30 segundos.



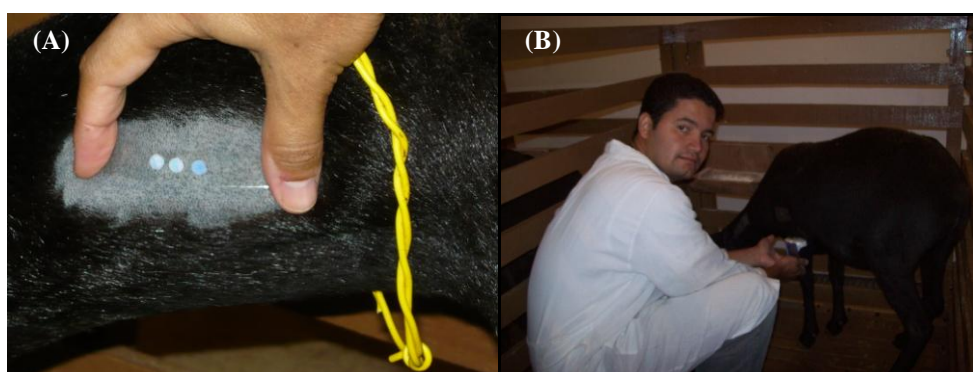
**FIGURA. 6** – Observação da temperatura retal (A) e temperatura timpânica (B).

A temperatura do pelame (Figura 7) foi determinada por meio de termômetro de infravermelho (Figura 9 - A) em 3 pontos do animal (cabeça, cernelha e garupa).



**FIGURA. 7** – Observação da temperatura do pelame.

A taxa de sudção (Figura 8) foi determinada em área previamente raspada, na tábua do pescoço e na escápula, segundo o método desenvolvido por Berman (1957) e modificado por Schleger & Turner (1965).



**FIGURA. 8** – Observação da taxa de sudção (A) e pressão arterial (B).

A pressão arterial (Figura 8) foi determinada por meio de aparelho eletrônico digital humano, da marca Geratherm Wristwatch® (Figura 9 - C). As observações foram realizadas nos membros anteriores esquerdos dos animais, na altura do coração.



**FIGURA. 9** - Termômetro de infravermelho (A), termômetro de infravermelho (B), aparelho de pressão (C), termômetro digital (D) e estetoscópio (E).

Diariamente antes do início da exposição a cada tratamento eram coletadas as respostas fisiológicas de cada animal, após esse procedimento o ambiente térmico era ajustado para o tratamento programado.

As variáveis, temperatura do pelame, temperatura timpânica, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal foram analisadas individualmente nos horários de: 06:00 às 07:00 (medida de referência tomada no ambiente térmico de 25°C e 65% de UR), 09 às 10:00, 13:00 às 14:00 e de 16:00 às 17:00 horas, durante três dias consecutivos.

A pressão arterial foi medida, no último dia de coleta de dados de cada tratamento, nos horários de 06:00 às 07:00 (medida de referência tomada no ambiente térmico de 25°C e 65% de UR), 09 às 10:00 e de 16:00 às 17:00 horas.

A taxa de sudação foi observada nos dois últimos tratamentos ( $T_6 = 35^\circ\text{C}$  e  $T_7 = 40^\circ\text{C}$ ) no horário de 13:00 às 14:00 horas.

### **3.7. TESTES DE ADAPTABILIDADE**

Foram calculados o teste de Rhoad (teste de Ibéria), o teste de Benezra, e o teste de Benezra modificado acrescentando-se a frequência cardíaca. Para realização dos testes foi utilizada como referência o valor médio da temperatura retal obtida na coleta 1 deste experimento.

### **3.8. ÍNDICES DE CONFORTO**

Foram calculados o “Índice de Temperatura e Umidade, THI”, de acordo com Kelly & Bond (1971) e o Índice de Globo e Umidade, BGHI de acordo com Buffington *et al.* (1981) para determinação da acurácia destes índices na indicação da faixa de conforto de ovinos confinados.

### **3.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Na análise das variáveis mensuradas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de medidas repetidas com 7 animais e 3 dias de exposição para cada tratamento, as diferenças entre as médias dos tratamentos propostos foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se um nível de 5% de significância. Os dados foram tabulados utilizando software Microsoft Excel e os resultados foram obtidos utilizando-se o programa SAEG 8.0 (versão 2000) e Origin 6.0 (versão Professional).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. TEMPERATURA AMBIENTE

A Tabela. 1 apresenta os registros climáticos das médias de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura de globo negro (TGN), temperatura máxima (TBS.Max) e temperatura mínima (TBS.Min.) na câmara bioclimática durante o período experimental. Os dados confirmam que as faixas de temperatura ficaram dentro das pretendidas pelo autor.

**TABELA. 1** – Médias da temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), temperatura de globo negro (TGN), temperatura máxima (TBS.Max) e temperatura mínima (TBS.Min.) em câmara bioclimática durante o período experimental

TEMPERATURA AMBIENTE - °C							
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
<b>TBS</b>	13,2±3,7	14,9±2,7	19,8±1,7	23,6±0,3	27,7±1,5	31,9±2,9	36,0±4,1
<b>TBU</b>	11,8±4,0	13,3±2,3	17,4±1,5	21,3±1,4	24,7±1,4	28,9±2,6	32,0±3,8
<b>TGN</b>	13,3±3,4	15,0±2,3	19,9±1,5	23,7±0,1	27,8±1,4	32,1±2,7	36,2±3,9
<b>TBS.Max</b>	22,7±0,2	24,2±0,2	24,6±0,4	24,2±0,3	28,1±0,1	33,7±0,2	37,8±0,4
<b>TBS.Min</b>	11,7±0,7	14,0±0,3	19,1±0,6	23,5±0,0	23,4±0,1	24,3±0,4	24,1±0,1

°C – Graus Celsius

### 4.2. TEMPERATURA RETAL

Na Tabela. 2 estão registrados os dados da coleta 1, antes do ajuste da temperatura da câmara aos tratamentos, e da coleta 2, durante a exposição aos tratamentos, sendo destacado na coleta 1 o aumento da temperatura retal nas faixas de temperatura de 10, 15 e 20°C seguida de uma queda que se estabiliza em 25, 30 e 35°C com nova diminuição a 40°C, provavelmente isso ocorre devido à baixa capacidade dos animais retornarem sua temperatura retal a níveis normais após exposição a diferentes situações climáticas, estas que foram sequencialmente: estresse por frio, zona de conforto térmico e estresse calórico.

Observa-se na Figura. 10, uma diferença estatística significativa ( $P < 0,01$ ) na temperatura retal média (TR), entre os dados dos tratamentos coletados após o aumento da temperatura (coleta 2), que corresponde às três medições após a estabilização da temperatura do tratamento repetida por três dias consecutivos. O que corrobora com o fato dos ovinos terem dificuldade em dissipar calor quando submetidos a temperaturas elevadas, o que também pode ser explicado pela alta umidade presente na câmara bioclimática. Portanto, segundo a variável fisiológica temperatura retal os tratamentos a 30, 35 e 40°C, por apresentarem elevação na temperatura retal, podem ser considerados como zona de risco para a homeotermia dos animais.

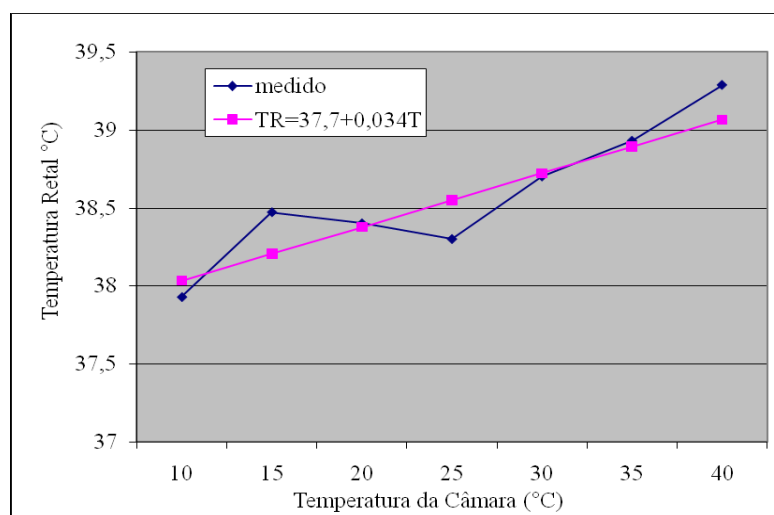
**TABELA. 2** – Temperaturas retais médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática

TEMPERATURA RETAL							
TRATAMENTOS							
Coleta	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
1	38,1±0,2	38,5±0,2	38,3±0,3	38,0±0,3	37,9±0,5	37,9±0,2	37,7±0,2
2	37,9±0,3	38,5±0,3	38,4±0,4	38,3±0,2	38,7±0,3	38,9±0,3	39,3±0,2

1 – Coleta de dados a 25°C antes de aumentar a temperatura

2 – Média das 3 coletas de dados após a estabilização da câmara ao tratamento, durante 3 dias consecutivos

Os dados desta pesquisa encontram-se abaixo dos obtidos por Neiva *et al.* (2004) e Santos *et al.* (2006) que trabalharam com ovinos Santa Inês no período da manhã a uma temperatura ambiente média de 26,9°C, que registraram temperaturas retais médias de 38,9°C e 39,21°C respectivamente.



**FIGURA. 10** - Variação da temperatura retal de ovinos Santa Inês expostos a diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.

Estes dados estão de acordo com os encontrados por Quesada *et al.* (2001), que relatou o limite superior de temperatura retal para ovinos Santa Inês normotérmicos de 38,99°C e Veríssimo (2008) que observaram em ovinos Santa Inês uma temperatura retal média de 38,4°C e  $38,7 \pm 0,09^\circ\text{C}$  respectivamente. Estes resultados também não diferiram dos registrados por Starling *et al.* (2002) que trabalhando com ovinos Corriedale em câmara climática a 40°C observaram uma temperatura retal média de  $40,1 \pm 0,10$ .

De acordo com Mcdowell *et al.* (1976), a elevação da temperatura retal em 1°C é o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos. Como neste experimento não se constatou tal variação, confirma-se com base na temperatura retal a rusticidade e adaptabilidade dos ovinos da raça Santa Inês em situações climáticas adversas.

### 4.3. FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA

A frequência respiratória média da coleta. 1, descrita na Tabela. 3, relata a alta capacidade dos animais em estabilizarem a respiração a níveis normais mesmo após terem sofrido estresse extremo. Os dados, da coleta. 1, ainda apresentam-se abaixo de 64,38 mov/resp/min descrito por Cezar *et al.* (2004), a uma temperatura ambiente média de 23,3°C. Estes valores também diferem dos descritos por Starling *et al.* (2002), que trabalharam com ovinos Corriedale e encontraram valores de 124,9±12,50 mov/resp/min a uma temperatura em câmara climática de 20°C, provavelmente esta diferença ocorreu pelo fato destes animais serem de raças lanadas, tendo maior dificuldade em dissipar calor.

**TABELA. 3** – Frequências respiratórias médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática

Frequência Respiratória							
Coleta	Tratamentos						
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
1	16,0±2	16,0±2	16,0±2	20,0±4	20,0±6	20,0±3	20,0±3
2	20,0±3 <sup>a</sup>	20,0±2 <sup>a</sup>	20,0±2 <sup>a</sup>	20,0±3 <sup>a</sup>	28,0±8 <sup>b</sup>	88,0±38 <sup>c</sup>	172,0±30 <sup>d</sup>

Médias seguidas de letras distintas, diferem (P<0,01) pelo teste de Kruskal-Wallis

1 – Coleta de dados a 25°C antes de aumentar a temperatura

2 – Média das 1°, 2° e 3° coleta de dados após o aumento da temperatura

Na coleta 2, os valores de frequência respiratória médios não diferiram estatisticamente (P>0,01) entre os tratamentos às temperaturas de 10, 15, 20, 25°C. Nota-se que os resultados observados entre estes apresentam um menor ritmo respiratório, podendo afirmar que o esforço fisiológico despendido pelos animais é mínimo para manter a homeotermia.

Contudo, os tratamentos às temperaturas de 30, 35 e 40°C diferiram estatisticamente (P<0,01) entre si e dos demais tratamentos. Os tratamentos à temperatura de 35 e 40°C merecem atenção especial, pois seus valores de frequência respiratória se mostraram muito elevados, enquanto os demais se comportaram de forma normal. Este aumento dos movimentos respiratórios, principalmente após a faixa de temperatura de 35°C, constata que a frequência respiratória é a principal forma de perder calor para os ovinos. Também foi observado que em temperaturas extremas, como a de 40°C, os animais apresentaram em média 173 mov/resp/min e exposição da língua para fora da cavidade bucal como tentativa de perder calor.

Dados deste experimento estão em conformidade com Silanikove (2000) que relata que a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min, caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto



para os ruminantes, respectivamente. Sendo 200 mov/min para ovinos, classificado como estresse severo.

Segundo a classificação de Silanikove (2000), as frequências respiratórias médias observadas nos tratamentos (coleta 2), 10, 15, 20, 25 e 30°C, são de uma situação de baixo estresse e as médias dos tratamentos, 35 e 40°C como de alto estresse calórico.

Starling *et al.* (2002) trabalhando com ovinos Corriedale encontraram valores de  $182,1 \pm 10,90$  mov/resp/min a uma temperatura em câmara climática de 40°C, o que corrobora com os valores encontrados neste trabalho. Contudo Neiva *et al.* (2004) e Cezar *et al.* (2004) encontraram em ovinos Santa Inês mantidos ao sol no turno vespertino, em temperatura ambiente de 32°C e 33,2°C, 91 e 115,4 mov/resp/min, respectivamente.

Swenson & Reece (1996) reportam que a frequência respiratória média dos ovinos é em torno de 16 a 34 mov/min (movimentos/minuto). A frequência respiratória em ruminantes, em ambientes termoneutros oscila entre 24 a 36 mov/min e acima da temperatura crítica superior (40°C) esses valores podem aumentar várias vezes (SILVA SOBRINHO, 1997).

Hales & Brown (1974) observaram que a taxa de respiração basal da espécie ovina é cerca de 25 a 30 mov/min, podendo subir, segundo Terrill & Slee (1991), a 300 mov/min em ovinos estressados.

Altas frequências respiratórias, não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, pois a frequência respiratória é mais um parâmetro de termorregulação do que um índice de estresse térmico, ou seja, se uma frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi suficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, pode não ocorrer estresse calórico (BERBIGIER, 1989). Sendo isto variável de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de calor sensível (condução, convecção e radiação), pois se estes não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível (como a sudorese e/ou frequência respiratória), para dissipar calor, para regulação homeotérmica.

Todavia, Mcdowell (1972) diz que a respiração acelerada e contínua por várias horas pode interferir na ingestão de alimentos, ruminação, podendo afetar o desempenho do animal.

#### **4.4. FREQUÊNCIA CARDÍACA**

A frequência cardíaca média na coleta 1 e 2 estão descritas na Tabela. 4. Na coleta 1 pode ser observado a alta capacidade dos ovinos Santa Inês em estabilizarem a frequência cardíaca em níveis normais mesmo após terem sofrido estresse térmico. O que constata que esta variável não é um bom indicador de estresse térmico, visto que sua eficácia só é válida durante a exposição dos animais em ambientes adversos.

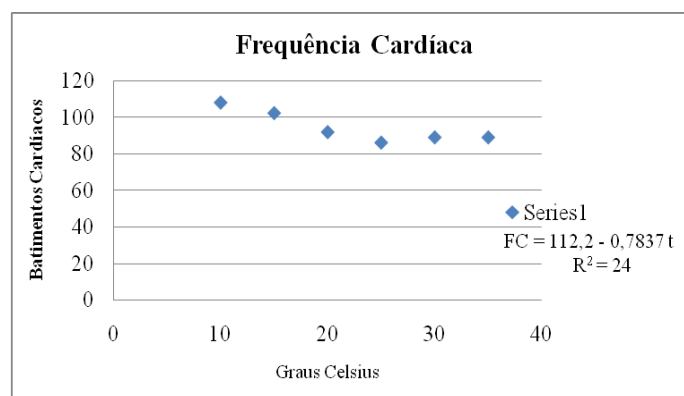
**TABELA. 4** – Frequências cardíacas médias de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes temperaturas em câmara bioclimática

Frequência Cardíaca							
Tratamentos							
Coleta	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
1	83,0±14,9	84,6±15,7	84,0±14,0	78,8±15,8	83,4±14,7	77,7±15,9	68,6±5,4
2	108,0±18,6	102,3±18,2	92,0±13,3	86,3±11,5	89,1±16,3	89,1±11,7	81,1±8,2

1 – Coleta de dados a 25°C antes de aumentar a temperatura

2 – Média das 1°, 2° e 3° coleta de dados após o aumento da temperatura

Na Figura. 11 observa-se um efeito linear significativo ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos da coleta 2. Verifica-se uma diminuição da frequência cardíaca a 25°C, que é justificada pela ausência de variação na temperatura ambiental, onde a temperatura adotada como conforto e a do tratamento aplicado eram as mesmas, possibilitando aos animais um ajuste de seu organismo ao ambiente experimental. Contudo esta diminuição é seguida de novos aumentos da frequência cardíaca a 30 e 35°C, culminando em decréscimo a 40°C. A diminuição da frequência cardíaca, no tratamento a 40°C, é justificada pela maior fluidez do sangue nas artérias, onde atinge as camadas mais distais da epiderme na tentativa de perder calor para o ambiente, ocasionando uma queda da pressão arterial e conseqüente diminuição do ritmo cardíaco.



**FIGURA. 11** - Variação da frequência cardíaca dos animais expostos às diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.

Também foi verificado um maior número de batimentos cardíacos nas temperaturas de 10 e 15°C, o que pode ser explicado como uma reação do organismo dos animais ao estresse por frio, na tentativa de manter a homeotermia. O aumento da frequência cardíaca em situações de baixas temperaturas ocorre devido à vasoconstrição periférica e o maior fluxo sanguíneo nos órgãos e na região central dos animais. Sendo necessário um incremento do ritmo cardíaco devido à elevação da pressão arterial.

Segundo Johnson *et al.* (1991) e Elvinger *et al.* (1992), o estresse térmico pode causar diluição, concentração ou não ter nenhum efeito sobre o volume do plasma sanguíneo. Todavia, uma frequência cardíaca reduzida é mais típica em animais sob estresse térmico e está associada

com uma taxa reduzida de produção de calor em resposta a temperaturas ambientais elevadas (KADZERE *et al.*, 2002).

Cezar *et al.* (2004) registrou em ovinos Santa Inês sob temperaturas médias de 23,3°C e 33,2°C frequências cardíacas de 105,67 e 115,3 movimentos cardíacos minuto<sup>-1</sup> respectivamente.

#### 4.5. TEMPERATURA TIMPÂNICA

Na Tabela. 5 estão registrados os valores de temperatura retal (TR), temperatura timpânica (TT) e a diferença entre a TR e a TT (TR – TT).

**TABELA. 5** – Médias e as diferenças entre temperatura timpânica e retal de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática

TEMPERATURA TIMPÂNICA E TEMPERATURA RETAL							
Coleta	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
TR. 1	38,1	38,5	38,3	38,0	37,9	37,9	37,7
TT. 1	26,4±0,9	26,2±1,3	28,4±0,6	28,1±0,4	28,6±0,7	29,0±0,3	29,7±0,7
TR - TT	11,6±0,9	12,3±1,3	9,9±0,6	9,8±0,7	9,3±1,1	8,9±0,5	8,0±0,8
TR. 2	37,9	38,5	38,4	38,3	38,7	38,9	39,3
TT. 2	23,0±1,5	24,1±1,1	26,7±0,5	29,1±0,8	31,2±0,5	33,3±0,8	35,2±0,5
TR - TT	15,0±1,6	14,4±1,4	11,7±0,8	9,3±0,5	7,5±0,5	5,7±0,8	4,1±0,8

TR – Temperatura retal

TT – Temperatura timpânica

Contudo, observou-se que a diferença, entre temperatura retal (TR) e temperatura timpânica (TT), ficou dentro dos limites de concordância (média ± 1,96) descritos por Kunkle *et al.* (2004), para que exista equivalência entre a temperatura medida nas duas partes do corpo. Portanto, todos os tratamentos apresentaram equivalência, se mostrando bons indicadores da temperatura corporal.

Entretanto, Campos *et al.* (2008) estabeleceu que a equivalência entre a temperatura timpânica e a retal em ovinos Santa Inês, não são considerados quando a diferença é maior que 0,49°C, para mais ou para menos. Concluindo que somente os tratamentos às temperaturas de 25 e 30°C foram equivalentes e poderiam ser interpretadas como dependentes para uma avaliação clínica da temperatura corporal central segundo o autor.

As referências para a temperatura timpânica ainda são raras, mas um estudo com ovinos selvagens (*Ovis canadensis*) registrou 35,7°C como limite inferior sob esforço de fuga e contenção (DREW, 1996).

Campos *et al.* (2008) registraram valores de temperatura na membrana timpânica esquerda máximos de 36,9 e mínimos de 35,1°C. A temperatura máxima da membrana timpânica direita foi 36,7 e a mínima de 35,0°C.

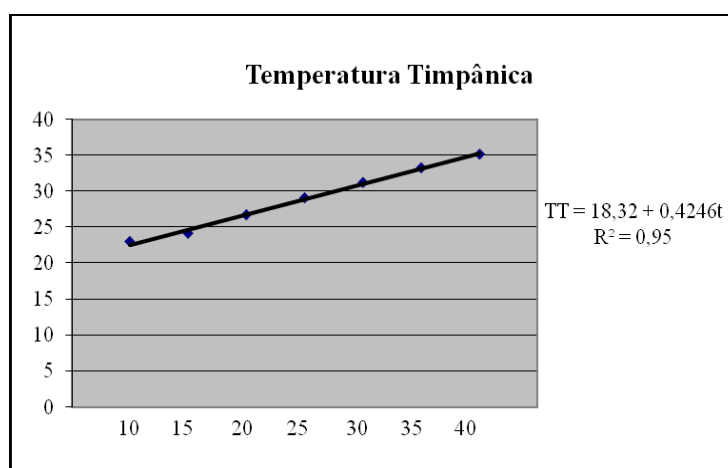
As temperaturas timpânicas estiveram mais baixas do que as temperaturas retais em concordância com outros estudos (MALONEY *et al.*, 2001; MARAÍ *et al.*, 2007). A explicação para estas diferenças são atribuídas às propriedades intrínsecas das regiões aferidas e menos provavelmente aos aparelhos utilizados. Particularmente a TR é fortemente influenciada pela temperatura do rúmen (MARAÍ *et al.*, 2007) devido ao peristaltismo e à ação da microbiota ruminal.

Em ovelhas deslanadas como a da raça Santa Inês, a perda de calor pode ser mais acentuada, conferindo temperaturas baixas na região cerebral e nos tímpanos. A conjugação de mecanismos que aumentam a temperatura retal e de mecanismos que resfriam o cérebro e, por conseguinte, a temperatura timpânica pode conferir diferenças acentuadas entre a região timpânica e outras regiões do corpo.

Na Figura. 12 verifica-se um efeito linear significativo ( $P < 0,01$ ) da temperatura timpânica, mostrando um aumento gradativo da temperatura timpânica, paralelo ao aumento da temperatura ambiente. O que corrobora com os dados de outros estudos, demonstrando que quanto maior a temperatura retal menor será a diferença em relação à temperatura timpânica em ovinos (MALONEY *et al.*, 2001). Portanto, a temperatura retal pouco variou entre os tratamentos, porém a temperatura timpânica variou de 23 a 35°C mostrando que o calor armazenado afetou a região cerebral. Contudo, é observada forte influência da temperatura ambiente na temperatura timpânica.

A temperatura timpânica parece ser influenciada pela temperatura cerebral e pode ser usada como parâmetro sobre a condição térmica central dos animais (CHERBUIN & BRINKMAN, 2007).

Os diferentes aparelhos e as técnicas de aferição podem ser a outra explicação para as diferenças encontradas. O termômetro clínico digital de haste (TR) e o termômetro timpânico (TT) dependem de um posicionamento adequado do sensor. No caso deste estudo, as aferições foram realizadas pelo mesmo pesquisador, tornando o erro por manipulação pouco provável.



**FIGURA. 12** - Variação da temperatura timpânica em ovinos expostos às diferentes faixas de temperaturas, em câmara bioclimática.

#### 4.6. TEMPERATURA DO PELAME

O pelame representa a fronteira entre o ambiente climático e o corpo dos animais, podendo, desta forma, influenciar o balanço térmico. Portanto, o papel termo regulador do pelame pode ser dividido em dois componentes: proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e dissipação do calor da superfície do animal (SILVA, 2000).

Na Tabela. 6 estão registradas as temperaturas médias do pelame, retal e a diferença entre a temperatura retal (TR) e a temperatura do pelame (TP).

**TABELA. 6** – Médias e diferenças entre a temperatura retal e a do pelame de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática

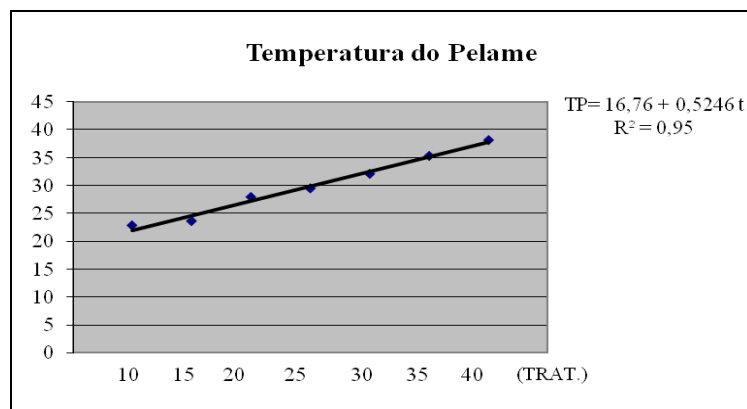
TEMPERATURA DO PELAME E TEMPERATURA RETAL							
Coleta	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
TR – 1	38,06	38,46	38,31	37,97	37,93	37,93	37,74
TP – 1	27,6±1,5	25,9±2,1	30,0±2,2	29,2±1,2	29,4±1,0	29,8±1,0	31,2±0,7
<b>TR – TP</b>	<b>10,51</b>	<b>12,56</b>	<b>8,33</b>	<b>8,74</b>	<b>8,57</b>	<b>8,15</b>	<b>6,5</b>
TR – 2	37,93	38,47	38,40	38,30	38,70	38,93	39,29
TP – 2	22,8±1,5	23,6±2,4	27,9±1,9	29,5±1,3	32,1±1,3	35,3±0,5	38,1±0,4
<b>TR – TP</b>	<b>15,13</b>	<b>14,89</b>	<b>10,5</b>	<b>8,85</b>	<b>6,65</b>	<b>3,66</b>	<b>1,18</b>

TR – Temperatura retal

TP – Temperatura timpânica

As diferenças entre a TR e a TP, descritas na Tabela. 6 diminuem com o aumento da temperatura ambiental, mostrando que sob condições de estresse térmico a temperatura do pelame tende a se aproximar da temperatura retal, provavelmente isto ocorre devido às respostas fisiológicas como vasodilatação periférica. A temperatura do pelame pode ser uma ótima indicação da situação de conforto térmico dos animais.

A Figura. 13 ilustra o efeito linear significativo ( $P < 0,01$ ), entre as temperaturas do pelame de ovinos da raça Santa Inês. Observa-se que a temperatura do pelame sofre forte influência da temperatura ambiente. Isto ocorre provavelmente devido aos processos fisiológicos como vasodilatação e sudorese que são ativados na tentativa de dissipar calor.



**FIGURA. 13** - Variação da temperatura timpânica média dos ovinos.

O aumento de temperatura de pelame (TP) ocorre sob estresse severo, devido aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevada taxa do fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. À medida que as perdas evaporativas se tornam maiores, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, de forma que o sangue que circula pelas superfícies corporais torna-se mais refrigerado (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Contudo, pesquisas nas quais são observadas a temperatura de pelame e sua relação com a temperatura retal em ovinos Santa Inês ainda são escassas.

#### 4.7. PRESSÃO ARTERIAL

Na Tabela. 7 são apresentados os valores de pressão arterial máxima e mínima de ovinos Santa Inês antes e após a submissão aos tratamentos de temperatura.

Nas Figuras 14 e 15 estão apresentadas as variações significativas ( $P < 0,01$ ) da pressão sistólica e diastólica, respectivamente, de ovinos da raça Santa Inês. Os animais apresentaram uma leve queda na pressão sistólica com o aumento de temperatura ambiente. Esta diminuição da pressão arterial sistólica deve-se principalmente a processos fisiológicos como a vasodilatação periférica (CINGOLANI, 2004).

**TABELA. 7** – Médias de pressão arterial de ovinos Santa Inês submetidos aos tratamentos em câmara bioclimática

PRESSÃO ARTERIAL – mmHg*							
TRATAMENTOS							
Coleta	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
1 - Max.	129,6±55,9	136,9±14,7	105,0±32,8	127,7±44,1	108,6±22,9	107,0±41,0	103,4±34,3
1 - Min.	75,4±59,6	81,3±19,1	62,6±17,3	85,9±43,8	71,6±28,9	72,3±29,2	61,4±35,8
2 - Max.	113,9±26,3	120,6±21,1	112,9±44,9	132,5±25,0	125,6±47,5	107,2±21,2	135,1±19,1

2 - Min.	68,0±23,9	67,2±25,6	84,4±26,3	89,1±32,7	82,0±32,4	63,1±19,6	69,6±9,7
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------

1 - Max. - Pressão máxima a 25°C, antes de aumentar a temperatura

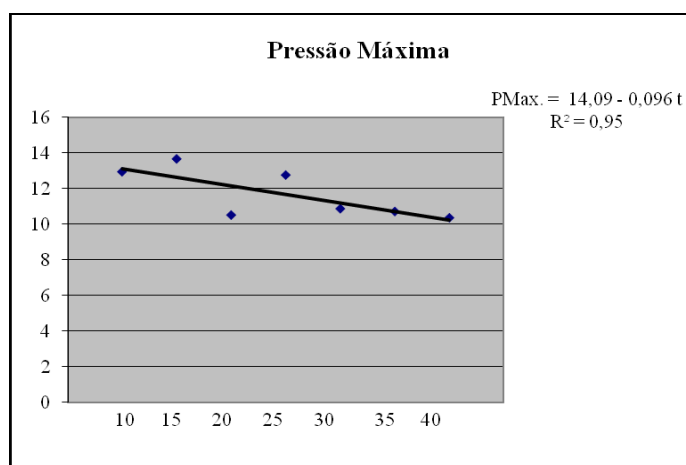
1 - Min. - Pressão mínima a 25°C, antes de aumentar a temperatura

2 - Max. - Pressão máxima média das 1°, 2° e 3° coleta de dados após o aumento da temperatura

2 - Min. - Pressão mínima média das 1°, 2° e 3° coleta de dados após o aumento da temperatura

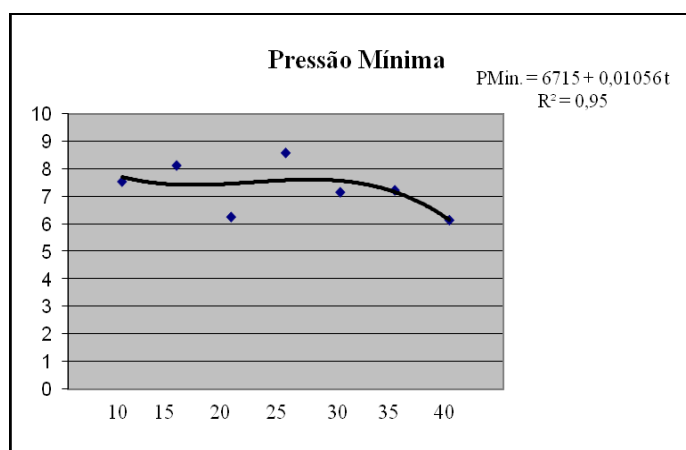
\* Milímetro de mercúrio

A pressão diastólica apresentou uma redução sob baixas e altas temperaturas do ar, podendo-se atribuir este efeito a uma possível eliminação de fluídos pelos animais (urina nas temperaturas reduzidas e suor associado ao ofego nas temperaturas elevadas).



**FIGURA. 14** – Variação da pressão sistólica em ovinos submetidos a diferentes faixas de temperaturas.

Os valores de pressão encontraram-se próximos dos limites estabelecidos por Swenson (1996), que foram de 120 e 80 mmHg para sistólica e a diastólica respectivamente.



**FIGURA. 15** – Variação da pressão diastólica em ovinos submetidos a diferentes faixas de temperaturas.

#### 4.8. TAXA DE SUDAÇÃO

Na Tabela. 8 são apresentadas as médias da taxa de sudação de ovinos da raça Santa Inês submetidos às temperaturas de 35°C e 40°C, onde são observados os valores dos coeficientes de variação (CV) que são de 88,16 e 74,35%, respectivamente, o que mostra uma grande variação entre os resultados encontrados, indicando à necessidade da busca de uma metodologia de medida da sudorese com maior confiabilidade e precisão.

A taxa de sudação à temperatura de 40°C, tanto na escápula como no pescoço foram inferiores aos valores encontrados à temperatura de 35°C, fato confuso, haja vista, esperar-se observar um aumento da sudorese sob temperaturas mais elevadas. Porém, o aumento excessivo da frequência respiratória e menor frequência cardíaca podem ter compensado a menor taxa de sudação no tratamento a 40°C.

**TABELA. 8** – Taxa de sudação ovinos Santa Inês submetidos às temperaturas de 35°C e 40°C

TAXA DE SUDAÇÃO - g.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup>			
LOCAL DE COLETA	35°C	40°C	CV (%)
PESCOÇO	69,15	54,78	78,561
ESCÁPULA	61,90	50,17	63,899

Teste Tukey (P < 0,05)

CV – Coeficiente de variação

As médias de sudorese encontradas neste trabalho foram inferiores aos obtidos por Silva *et al.* (1990) que observaram animais da raça Ideal sob temperaturas entre 25 e 46°C, determinando uma taxa de sudação média de 90,5±5,5 g.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, fato que pode ser explicado pela diferença entre as pelagens dos animais.

Contudo, um aspecto que deve ser destacado é que a sudação tem sido estudada há bastante tempo em ovinos em ambientes quentes. Com respeito às raças de origem européia, têm sido observadas taxas de sudação bastante variáveis: 35 a 265 g.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> em Suffolk (NOGUEIRA *et al.*, 1987), 90,6±5,5 g.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> em Ideal (SILVA *et al.*, 1990), 145,2±6,1 a 270,7±45,1 g.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> em Rambouillet (RAI *et al.* 1979).

Entretanto, em ovinos lanados a epiderme é muito permeável à água e ao vapor, sendo quantitativamente muito importante a perspiração insensível, de modo que as taxas de evaporação cutânea geralmente correspondem a um volume de água maior que o secretado pelas glândulas sudoríparas isoladamente. Os métodos empregados na determinação da taxa de sudação não permitem a separação desta e da perspiração insensível (SILVA & STARLING, 2003)

Segundo Silva & Starling (2003), animais com velo menos espesso, como os ovinos Santa Inês, a evaporação cutânea permanece praticamente inalterada à medida que a temperatura ambiente se eleva até 45°C, ao mesmo tempo em que a evaporação respiratória sobe mais rápido nas temperaturas mais altas.



De qualquer forma, os resultados obtidos neste trabalho destacam pouca importância da evaporação cutânea para ovinos da raça Santa Inês em ambientes quentes, discordando das observações realizadas por Rieck *et al.*, (1950), Knapp & Robinson (1954) e, em parte, Hofmeyr *et al.* (1969).

#### 4.9. ÍNDICES DE CONFORTO E TESTES DE ADAPTABILIDADE

##### 4.9.1. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (THI) E O ÍNDICE DE GLOBO E UMIDADE (BGHI)

Os valores de THI estão registrados na Tabela. 9, onde é observado, segundo a descrição de Hahn (1985) citado por Silva (2000) que os valores de THI dos tratamentos à temperatura de 10, 15, 20°C estão em condições normais não estressantes, 25 e 30°C em nível crítico, 35°C em situação de perigo e 40°C em situação de emergência. Portanto, segundo o teste de THI apenas as temperaturas de 10, 15, 20°C conferiram condições climáticas adequadas para os ovinos em câmara bioclimática.

Contudo, os dados do presente experimento não são condizentes com os de Marai *et al.*, (2007), estes autores relatam que o estresse para ovinos se inicia com o THI de 82 ou superior, corroborando apenas com os valores encontrados nas temperaturas de 35 e 40°C, onde foram observados que os animais estavam extremamente ofegantes. Entretanto, o THI, devido a sua especificidade para o estresse calórico, não se mostrou adequado para avaliar o estresse por frio do tratamento a temperatura de 10°C em que os animais apresentavam-se trêmulos e prostrados.

**TABELA. 9** – Valores do índice de temperatura e umidade (THI), do índice de globo negro e umidade (BGHI), do teste de Benezra modificado e do teste de Ibéria em câmara bioclimática com diferentes faixas de temperatura do ar

TRAT.	THI**	BGHI**	BENEZRA*		IBÉRIA*
			CA1*	CA2*	
10°C	56,3	56,7	2,0	3,5	103,6
15°C	58,8	59,2	2,1	3,4	92,8
20°C	65,4	65,8	2,1	3,3	94,6
25°C	71,0	71,4	2,1	3,2	96,4
30°C	76,4	76,9	2,5	3,7	89,2
35°C	82,5	83,0	5,7	6,8	85,6
40°C	88,0	88,6	10,1	11,2	78,4

\* Teste de adaptabilidade

\*\* Índice de conforto

CA – Coeficiente de adaptabilidade

Os valores de BGHI não diferiram dos de THI ( $P > 0,01$ ), com exceção do tratamento a temperatura de 35°C, que segundo a determinação de Hahn (1985) citado por SILVA (2000) se

encontra em situação de emergência. Essa semelhança entre resultados ocorreu, possivelmente, devido à radiação na câmara bioclimática ser controlada e constante durante todo o período experimental (Tabela. 9).

O valor de BGHI iguais a 79, no período da tarde, encontrado por Santos *et al.* (2006), trabalhando com ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços a uma temperatura média de 24,5°C, foram superiores aos registrados nesta pesquisa, onde para essa faixa de temperatura observou-se valores de BGHI e de THI de cerca de 71.

Os registros de BGHI deste trabalho estão de acordo com os encontrados por Quesada *et al.* (2001), Robertshaw (1966) e Santos *et al.* (2006). O limite crítico de BGHI estimados para os ovinos da raça Santa Inês estão bem acima daquele citado por Souza *et al.* (2002), para bovinos, o qual define uma situação de emergência para BGHI acima de 84. Portanto, é inadequada a extrapolação para ovinos dos valores críticos de BGHI obtidos com bovinos.

Tal fato foi relatado também por Andrade (2006), muito embora César *et al.* (2004), em condições de clima semi-árido, com BGHI variando de 75,5 e 82,4, definiram situações de alerta e perigo térmico para ovinos Dorper, Santa Inês, e seus mestiços, adotando a classificação americana desse índice de conforto térmico.

Santos (2006), afirma que valores de BGHI de até 79 indicam ambiente de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês, Morada Nova e seus cruzamentos, às condições climáticas do semi-árido nordestino.

Contudo, Andrade (2006) não considerou um ambiente com BGHI de 85,1, perigoso, para cordeiros Santa Inês, cujas respostas fisiológicas não extrapolaram os padrões da espécie.

#### **4.9.2. TESTES DE ADAPTABILIDADE**

Os registros do teste de adaptabilidade de Benezra também estão contidos na Tabela. 9, (coeficiente de adaptabilidade 1 (CA<sub>1</sub>) que analisa mudanças na temperatura retal e na frequência respiratória dos animais e o coeficiente de adaptabilidade 2 (CA<sub>2</sub>) que analisa conjuntamente, mudanças na temperatura retal, e nas frequências respiratória e cardíaca).

Assim, o CA<sub>1</sub> dos animais dos tratamentos à temperatura de 10, 15, 20 e 25°C mostraram altamente adaptados, pois apresentaram CA<sub>1</sub> igual a 2, sendo os valores das temperaturas de 30, 35, 40°C, em ordem crescente, os menos adaptados. Entretanto, para o CA<sub>2</sub>, os tratamentos em que os animais apresentaram maior adaptação em câmara bioclimática foram sequencialmente; 25, 20, 15, 10, 30, 35 e 40°C, demonstrando que a ação estressante de baixas temperaturas e que a análise conjunta das diversas reações fisiológicas demonstra melhor a sensibilidade dos animais ao ambiente térmico.

Martins Junior *et al.* (2007) realizaram o teste de Benezra em caprinos das raças Boer e Anglo-Nubiana, e encontraram valores de 2,49 e 3,03, respectivamente, relatando a maior

rusticidade da raça Boer em relação a Anglo-Nubiana. Entretanto, os trabalhos com ovinos deslanados, utilizando o teste de Benezra ainda são incipientes, necessitando de mais pesquisas para ratificar sua acurácia.

O teste de Ibéria, descrito na Tabela. 9, apresentou resultados equivocados, ficando acima do descrito por Silva (2000), que afirmou que os registros deveriam variar de 0 a 100 desde que a temperatura corporal não se desvie da normal para espécie. Contudo este fato pode ser explicado pela temperatura tomada como normal para os ovinos na literatura (39 a 40°C) não ser a mesma para raças adaptadas como a Santa Inês (neste trabalho, observou-se médias de 37,7 a 38,5°C), onde os estudos ainda são incipientes. Souza *et al.* (1990) encontram valores de temperatura retal para ovinos das raças Santa Inês e Morada Nova de 38,73 e 38,72°C, respectivamente.

Martins Junior *et al.* (2000) realizando o teste de Ibéria em caprinos, encontraram valores de 89,6 para a raça Boer e 84,8 para raça Anglo-Nubiana.

## 5. CONCLUSÕES

Conforme os resultados verificados nas condições do presente experimento, pode-se concluir que:

- ✓ Temperaturas ambientais de 30, 35 e 40°C, com umidade relativa do ar de 65%, podem ser consideradas como zona de risco para a homeotermia dos animais, por proporcionarem elevação da temperatura retal nos animais;
- ✓ A frequência respiratória eleva-se exageradamente a partir da temperatura ambiental de 35°C, merecendo os animais atenção especial para minimizar o desconforto térmico;
- ✓ A zona de conforto térmico segundo a variável frequência cardíaca é à temperatura ambiental de 25°C;
- ✓ A temperatura timpânica é fortemente influenciada pela temperatura do ambiente;
- ✓ A temperatura do pelame é uma ótima indicação da situação de conforto térmico dos animais;
- ✓ Os valores de pressão arterial ficaram dentro dos limites esperados para a espécie;
- ✓ A sudorese não se mostrou um bom indicativo do nível de estresse térmico;
- ✓ Os índices de conforto THI e BGHI indicaram que temperaturas de 10 a 20°C conferiram condições climáticas adequadas para os ovinos mantidos em câmara bioclimática;
- ✓ De acordo o teste de adaptabilidade de Benezra CA<sub>1</sub> os animais dos tratamentos sob as temperaturas de 10, 15, 20 e 25°C mostraram-se altamente adaptados. Entretanto, o teste de adaptabilidade de Benezra CA<sub>2</sub>, mostrou melhor adaptabilidade dos animais na temperatura a 25°C;
- ✓ Analisando o conjunto de informações disponíveis as temperaturas de 10, 15, 20 e 25°C foram as que forneceram maior conforto térmico para os animais;
- ✓ Sendo a temperatura de 25°C considerada como a zona de conforto térmico para borregas da raça Santa Inês em ambiente com umidade relativa de 65%.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, G.; WILLIAMS, D. Temperature regulation in the newborn lamb. VI. Heat exchanges in lambs in a hot environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.13, p.122-143, 1962.
- ANDRADE, I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semi-árido paraibano**. Patos: Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia Sistemas Agrossilvipastoris) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.
- BACCARI JUNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BERBIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep and goat, pigs. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1., 1989, Botucatu. **Anais Jaboticabal: FMVZ/UNESP/FUNEP**, 1989. p. 7-44.
- BERMAN, A. Thermoregulation in intensively lactating cows in near-natural conditions. **Journal of Physiology**, Oxford, v.215, p.477-489, 1971.
- BLIGH, J. The synchronous discharge of apocrine sweat glands of the Welsh mountain sheep. **Nature**, v.189, p.582-583, 1961.
- BROCKWAY, J.M.; McDONALD, J.D.; PULLAR, J.D. Evaporative heat-loss mechanisms in sheep. **Journal of Physiology**, v.179, p.554-568, 1965.
- BROOK, A.H.; SHORT, B.F. Regulation of body temperature of sheep in a hot environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.11, p402-407, 1960a.
- BROOK, A.H.; SHORT, B.F. Sweating in sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.11, p.557-569, 1960b.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Trans ASAE**, 1981. 24: 711-14. 87.
- CAMPOS, D.C.; BOERE, V.; Há equivalência entre a temperatura da membrana timpânica e a temperatura retal em ovinos Santa Inês normotérmicos? **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n.6, p.1781-1783, set, 2008.
- CAPUTA, M. Selective brain cooling: a multiple regulatory mechanism. **Journal of Thermal Biology**, Amsterdam, v.29, p.691-702, 2004.
- CEZAR, M.F.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; Avaliação de Parâmetros Fisiológicos de Ovinos Dorper, Santa Inês e seus Mestiços Perante Condições Climáticas do Trópico Semi-Árido Nordeste. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 28, n. 3, p. 614-620, maio/jun., 2004.
- CHERBUIN, N.; BRINKMAN, C. Sensitivity of functional tympanic membrane thermometry (fTMT) as an index of hemispheric activation in cognition. **Laterality**, Oxfordshire, v.12, n.3, p.239-261, 2007.
- CINGOLANI, H. E. Hemodinâmica: pressão arterial e débito cardíaco. In: CINGOLANI, H. E.; HOUSSAY, A. B. **Fisiologia humana de Houssay**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap.25, p. 307 316.
- CUNNINGHAM, J. G. Tratado de Fisiologia Veterinária. Edit. Guanabara Koogan, 2 ed. 1999. 527p.

- DREW, M.L. The use of a tympanic membrane thermometer for assessing hyperthermia in bighorn sheep. **Journal of Wildlife Diseases**, Stanford, v.32, n.3, p.512-516, 1996.
- DREVETS, W.C.; RAICHLE, M.E. Positron emission tomographic imaging studies of human emotional disorders. In: GAZZANIGA, M.S. (Ed.). **The cognitive neurosciences**, Cambridge, Massachusetts: The Mit, 1995. p.1153-1164.
- ELVINGER, F.; NATZKE, R.; HANSEN, P. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 449-462, 1992.
- FALCO, J. E. 1997. **Bioclimatologia animal**. UFLA-FAEPE, Lavras, MG. 59p.
- GONÇALVES, G.F.; PIPPI, N.L.; LEME, M.C.; Correlação entre a pressão arterial média e o fluxo sanguíneo na artéria oftálmica externa em gatos (*felis catus* linnaeus, 1758). **Braz. J. vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 57-66, 2008.
- GURTLER, H. KETZ, H. A., SCHRODER, L. et al. Fisiologia Veterinária. Edit. Guanabara. 4 ed. 1987. 611p.
- HAFEZ, E. S. E. 1973. **Adaptacion de los animales domésticos**. Ed. Labor S. A. Barcelona, Espanha. 563p.
- HAFEZ, E. S. F. **Reprodução animal**. 6. ed. Barueri: Manole, 1995.
- HAHN, G.L Management and housing of farm animals in hot environments.In: YOSEF, M.K. (ed). **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC PRESS, p.151-174, 1985.
- HALES, J. R. S.; BROWN, G. D. Net energetic and thermoregulatory efficiency during panting in the sheep. **Comp. Biochemical Physiology**, [S.l.], v. 49, p. 413-422, 1974.
- HALES, J.R.S. Physiological responses to heat. In: ROBERTSHAW, D. (Ed.) **Environmental physiology**. London: Butterworths, 1974.
- HOFMEYR, H.S.; GUIDRY, A.J.; WALTZ, F.A. Effects of temperature and wool length on surface and respiratory evaporative losses of sheep. **Journal of Applied Physiology**, v.26, p.517-523, 1969.
- HUBER, H. Manejo de animais em sistema de estabulação livre visando maximizar o conforto e a produção. Anais **II Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro**. Piracicaba, 1995. pp.41-68.
- IBGE.; **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Social Communication November, 26, 2008.**
- JOHNSON, H.D., RAGSDALE A.C., BERRY I.L. AND SHANKLIN M.D. **Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle**. MO. Agric. exp. Sta. Res. Bulletin No. 791., 1962
- JOHNSON, H. D.; LI, R.; MANALU, W.; SPENCERJOHNSON, K. J. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 1250-1262, 1991.
- JOHNSON, 1987a H.D. **Bioclimates and Livestock**. IN: Bioclimatology and the Adaptation of Livestock. Chapter 1. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 3–16.
- JOHNSON, 1987b H.D. **Bioclimates Effects on Growth, Reproduction and Milk Production**. In: Bioclimatology and the Adaptation of Livestock. Chapter 3. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 35–57.
- JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **Int. J. Biometeor.** 1980. 24: 65-78. 90.
- KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N. et. al. Heta stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.77, p.59-91, 2002.

- KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurement. In: **NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES**. A guide to environmental research on animals. Washington, D.C., p.7-92, 1971.
- KNAPP, B.J.; ROBINSON, K.W. The role of water for heat dissipation by a Jersey cow and a Corriedale ewe. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.5, p.568-577, 1954.
- KUNKLE, G.A. *et al.* Comparison of body temperature in cats using veterinary infrared thermometer and a digital rectal thermometer. **Journal of American Animal Hospital Association**, Stanford, v.40, p.42-46, 2004.
- LABURN, H.P. *et al.* Effects of tracheostomy breathing on brain and body temperatures in hyperthermic sheep. **Journal of Physiology**, Oxford, v.406, p.331-344, 1988.
- LIMA, M. L. P., NOGUEIRA, J. R., BERCNIELI, T. T., *et al.* Estudo do tempo de pastejo de vacas leiteiras mestiças em dois sistemas de pastejo rotacionado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre – RS. **Anais...**, 1999.
- MALONEY, S.K. *et al.* Rectal temperature measurement results in artifactual evidence of selective brain cooling. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative, Comparative Physiology**, Stanford, v.281, p.R108-R114, 2001.
- MARAÍ, I.F.M. *et al.* Physiological traits as affected by heat stress in sheep – a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.71, n.1-3, p.1-22, 2007.
- MARQUES, J. A. . **Curso de Atualização em Bovinocultura de Corte: Estresse e a Produção de Carne**. 12. ed. Maringá - Pr: UEM, 2000. 46 p.
- MARTINS JÚNIOR, L.M., COSTA, A.P.R.; AZEVEDO, D.M.M.R.; TURCO, S.H.N.; Adaptabilidade de caprinos Boer e Anglo-Nubiana às condições climáticas do meio-norte do Brasil. **Arch. Zootec.** 56 (214): 103-113. 2007.
- McDOWELL, R.E. O papel da fisiologia na produção animal para as áreas tropical e subtropical. **Rev. Bras. Zootec.** 5: 25-37, 1967.
- McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Zaragoza, Ed. Acribia, 1972. 692p.
- McDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 965-973, 1976.
- MEINERS, M.L.; DABBS, J.M. Ear temperature and brain blood flow: laterality effects. **Bulletin Psychonomic Society**, Austin, v.10, p.194-196, 1977.
- MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. **Principles of Environmental physics**. 2.ed. London: E. Arnold, 1990. 291p.
- MÜLLER, P. B. 1978. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 2ª edição, Ed. Sulina. Porto Alegre, RS. 158p. 85.
- NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.
- NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; Efeito do Estresse Climático sobre os Parâmetros Produtivos e Fisiológicos de Ovinos Santa Inês Mantidos em Confinamento na Região Litorânea do Nordeste do Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.
- QUESADA, M.; MCMANUS, C.; COUTO, F.A.D.; Tolerância ao Calor de Duas Raças de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Rev. bras. zootec.**, 30(3):1021-1026, 2001 (Suplemento 1).
- RODRIGUES, L.A.; MCKONNEN, G., WILCOX, C.J., MARTIN, F.G., KRIENKE, W. A. Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy, and stage of lactation milk composition and yield. **J. Dairy Sci.** 1985. 68:973-978.

- ROBERTSHAW, D. Sweat gland functioning of the domestic ruminants. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY, 4., 1966, New Brunswick, NJ. **Proceedings...** New Brunswick: International Society of Bometeorology, 1966.
- SANTOS, J. R. S. dos *et al.* Respostas Fisiológicas e Gradientes Térmicos de Ovinos das Raças Santa Inês, Morada Nova e de seus Cruzamentos com a Raça Dorper às Condições do Semi Árido Nordestino. **Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 5, p. 995-1001, set./out., 2006.**
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 67, p. 1-18, 2000.
- SILVA, R.G.; LA SCALA, N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 1997. 203 p.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- SILVA, I.J.O. Climatização das Instalações para Bovinos Leiteiros. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**, 1998. pp.114-145.
- SILVA, R. G. Produção de leite em regiões tropicais: antigos problemas e novas soluções. In: **Simpósio “Leite nos Trópicos – novas estratégias de produção”**, Anais, FMVZ-UNESP, Botucatu, 1989. p.2-37.
- SOUZA, B.B. de.; SILVA, R.M.N.; MARINHO, M.L.; Parâmetros Fisiológicos e Índice de Tolerância ao Calor de Bovinos da Raça Sindi no Semi-Árido Paraibano. **Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 883-888, maio/jun., 2007.**
- SOUZA, B. B.; SILVA, A. M.; VIRGINIO, R. S.; GUEDES JÚNIOR, D. B.; AMORIM, F. U. Comportamento fisiológico de ovinos deslanados no semi-árido expostos em ambiente sol e em ambiente sombra. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 2, p. 1-8, 1990.
- STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; MUÑOZ, M.C.; Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. **R. Bras. Zootec., v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.**
- SWENSON, M. J., REECE, W. O. DUKES, *Fisiologia dos Animais Domésticos*. Edit. Guanabara Koogan. 11ed. 1996. 856p.
- TERRILL, C. E.; SLEE, J. Breed differences in adaptation of sheep. In: MAIJALA, K. **Genetic resources of pigs, sheep and goat**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p. 195-233.
- TITTO, E.A.L. Clima : Influência na Produção de Leite. **Anais do I Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**. Piracicaba, ESALQ-FEALQ, 1998. p.10-23.