



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

ANDRÉA CERQUEIRA DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM OVINOS A CÉU ABERTO
E EM AMBIENTE DE CONFINAMENTO NA REGIÃO NORTE DA
BAHIA**

PETROLINA – PE

2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

ANDRÉA CERQUEIRA DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM OVINOS A CÉU ABERTO
E EM AMBIENTE DE CONFINAMENTO NA REGIÃO NORTE DA
BAHIA**

MÁRIO DE MIRANDA V. B. R. LEITÃO

Orientador

PEDRO HUMBERTO FÉLIX SOUZA

Co-orientador

PETROLINA – PE

2011

ANDRÉA CERQUEIRA DE ALMEIDA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM OVINOS A CÉU ABERTO E EM
AMBIENTE DE CONFINAMENTO NA REGIÃO NORTE DA BAHIA

Trabalho apresentado a Universidade
Federal do Vale do São Francisco -
UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias,
como requisito para obtenção do título de
Mestre.

Dr. Mário de Miranda V. B. R. Leitão
Orientador

Dr. Pedro Humberto Félix Souza
Co-orientador

PETROLINA - PE

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

A447 Almeida, Andrea Cerqueira de
a Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região norte da Bahia. -- Petrolina, PE, 2011. 61f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Mário Miranda V. B. Leitão

Co-orientador: Pedro Humberto Félix Souza

Bibliografia:

1. Ovinos. 2. Bem estar Animal - Bahia. 3. Ovinos – Conforto Térmico. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.39

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca
SIBI/UNIVASF

Bibliotecário: Lucídio Lopes de Alencar

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Folha de Aprovação

ANDRÉA CERQUEIRA DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM OVINOS A CÉU ABERTO E EM
AMBIENTE DE CONFINAMENTO NA REGIÃO NORTE DA BAHIA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Mário de Miranda V. B. R. Leitão

Dr. em Meteorologia, Colegiado de Eng. Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA

Gertrudes Macário de Oliveira

Dr.^a em Recursos Naturais, Universidade Estadual da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciência e Sociais Campus III UNEB, Juazeiro, BA

Cristina Akime

Dr.^a em Construções Rurais e Ambientação, Instituto Federal do Sertão de Pernambuco, Campus Petrolina Zona Rural.

Petrolina, de junho de 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que iluminou meus caminhos até esta conquista.

Aos meus pais que souberam confiar e acreditar no meu potencial, me ensinando a não desistir e vencer todos os obstáculos.

Ao meu companheiro Raimundo que teve a paciência e o amor de me apoiar de todas as formas para o término deste trabalho.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco por ter me possibilitado a realização do curso de Pós-Graduação.

À Universidade do Estado da Bahia, por ter concedido o espaço físico onde pode ser realizada a fase experimental do meu trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de auxílio financeiro.

Ao Prof^o Mário de Miranda V. B. R. Leitão pela orientação imprescindível na realização do meu mestrado, e também pela a sua amizade e paciência.

À Prof^a Gertrudes Macário de Oliveira pelos conselhos, amizade e estímulo para o meu desenvolvimento profissional.

À Prof^a Silvia Helena Turco, por ter sido uma das primeiras a me incentivar e me envolver com a pesquisa científica.

Aos professores e amigos do curso de Engenharia Agrônômica, pelo apoio e incentivo.

As minhas amigas Aline, Carmem e Márcia da UNEB pelo apoio e incentivo.

Aos colegas Hudson e Manoel do laboratório de meteorologia pela ajuda na implantação do experimento e a todos os funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência Sociais da UNEB pelo apoio fundamental durante o desenvolvimento do trabalho.

ALMEIDA, Andréa Cerqueira de. Universidade Federal do Vale do São Francisco, junho de 2011. Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região Norte da Bahia. Orientador: Prof. Dr. Mário de Miranda V. B. R. Leitão. Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Humberto Felix de Souza.

RESUMO: A presente pesquisa compreendeu duas etapas, experimentais, a primeira teve como objetivo avaliar a tolerância ao calor de ovinos de diferentes cores e pelame mantidos a céu aberto, enquanto a segunda teve como objetivo avaliar o conforto térmico animal em abrigos cobertos com telhas de cerâmica e de cimento amianto, naturais e pintadas de branco. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, no município de Juazeiro (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m), com ovinos das raças Santa Inês, Dorper e SRD. Na primeira etapa experimental que ocorreu no período de 15 de novembro de 2009 a 14 de fevereiro de 2010, os animais foram separados de acordo com a cor da pelagem em quatro grupos: branca, castanho claro, castanho escuro e preto. Esses animais durante o dia eram soltos em piquetes em uma área de pastagem com capim-aruana (*Panicum máximo* cv Aruana) de 17.664 m², irrigada com pivô central. Para avaliar a temperatura da superfície da pele dos animais, efetuou-se medidas com termômetro infravermelho nos seguintes horários: 06, 09, 12, 15 e 17 horas. A segunda etapa experimental que ocorreu no período de 15 de fevereiro a 31 de maio de 2010, os animais foram confinados em quatro baias: uma coberta com telha de cimento amianto natural, outra coberta com telha de cimento amianto pintada de branco, outra com telha de cerâmica natural e outra com telha de cerâmica pintada de branco. Os resultados da primeira etapa mostraram que no turno da tarde devido as elevadas temperaturas os animais, independentemente de cor de pelagem e raça, foram submetidos a uma situação de estresse calórico elevado. Na segunda etapa experimental, os índices de conforto térmico ITU e TCI elevados mostraram que durante o período da tarde, os animais, mesmo sobre abrigos enfrentaram uma situação de desconforto térmico. Entretanto, as coberturas pintadas de branco, tanto de telha de amianto como de telha de cerâmica apresentaram temperatura menos elevada e menor emissão de radiação em direção aos animais, em comparação com

as respectivas coberturas naturais.

Palavras-chaves: estresse térmico, adaptabilidade, conforto térmico.

ABSTRACT: This research included two phases, in experiments, the first aimed to evaluate the heat tolerance of sheep of different colors and coat kept open, while the second was to evaluate the thermal comfort in shelters covered with ceramic tiles and asbestos cement, natural and painted white. The experiments were conducted at the experimental field of Department of Technology and Social Sciences, University of Bahia, in Juazeiro (Lat. 09 ° 24 '50"S, Long. 40 ° 30' 10"W, Alt 368 m), with Santa Inês sheep, Dorper and SRD. In the first experimental phase that occurred from November 15, 2009 to February 14, 2010, the animals were separated according to coat color into four groups: white, brown, dark brown and black. These animals were released during the day in paddocks on a pasture with aruanagrass (*Panicum maximum* cv Aruana) of 17,664 m², irrigated with pivot. To evaluate the surface temperature of the skin of animals, we performed measurements with infrared thermometer at the following times: 06, 09, 12, 15 and 17 hours. The second experimental phase that occurred from February 15 to May 31, 2010, the animals were confined in four pens: one covered with asbestos cement tiles natural, another covered with asbestos cement tiles painted white, another with tile Natural ceramic tile and other ceramic with painted white. The results showed that the first stage in the afternoon due to the high temperatures of the animals, regardless of coat color and breed, were subjected to a situation of high heat stress. In the second experimental phase, thermal comfort indices ITU and ITC showed that high during the afternoon, the animals, even on shelter faced a situation of thermal discomfort. However, the roofs painted white, both of asbestos tile and ceramic tile showed lower temperature and lower emission of radiation toward animals compared with their natural hedges.

Keywords: heat stress, adaptability, thermal comfort.

LISTA DE FIGURAS

	Nº
Figura 1. Campo experimental para cria e engorda de animais do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da UNEB	26
Figura 2. Animais da primeira etapa experimental, selecionados de acordo com a cor da pelagem: branca (A); castanho claro (B); castanho escuro (C) e preto (D)	27
Figura 3. Medida da temperatura da superfície da pele dos animais	28
Figura 4. Conjunto de sensores meteorológicos: termômetro de globo negro; anemômetro; sensor de radiação atmosférica; sensor de radiação solar global; sensor de radiação terrestre; sensor de radiação refletida; e sensor de temperatura e umidade do ar	29
Figura 5. Aprisco coberto com telha de cimento amianto (à direita) e coberto com telha de cerâmica (à esquerda)	30
Figura 6. Grupos de animais selecionados na segunda etapa, separados de acordo o tratamento: cerâmica branca (A); cerâmica natural (B); cimento amianto branco (C) e cimento amianto natural (D)	31
Figura 7. Evolução da temperatura média horária da superfície do solo, globo negro e do ar ao longo do dia, durante o período experimental de 15/11/09 a 14/02/10	37
Figura 8. Fluxos médios horários de Radiação Global (Rg), Radiação Refletida (Rr); Radiação Líquida (Rn); Radiação emitida pela atmosfera (Ra) e Radiação emitida pela superfície (Rs), ao longo do dia, durante o período experimental de 15/11/09 a 14/02/10	38
Figura 9. Evolução horária dos Índices de Temperatura e Umidade (ITU); Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU); Índice de Conforto Térmico para Ovinos (TCI) e Carga Térmica Radiante (CTR), durante o período experimental de 15/11/09 a 10/02/10	40
Figura 10. Evolução da temperatura média horária das coberturas ao longo do	44

período experimental de 14/02/10 a 31/05/10

Figura 11. Evolução da temperatura média horária do ar ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 45

Figura 12. Evolução da temperatura média horária de globo negro ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 46

Figura 13. Evolução da média horária de radiação emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 47

Figura 14. Evolução da média horária do saldo de radiação emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 48

Figura 15. Evolução da média horária da carga térmica emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 49

Figura 16. Evolução da média horária do índice de temperatura e umidade-itu dos ambientes de confinamento ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 50

Figura 17. Evolução da média horária do índice de conforto térmico para ovinos - TCI dos ambientes de confinamento ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 51

Figura 18. Aprisco coberto com telha de cerâmica pintada de branco, no período da tarde ao longo do período experimental de 14/02/10 a 31/05/10 53

LISTA DE TABELAS

	Nº
Tabela 1 - Valores médios diários e extremos de temperatura: ar, globo negro e superfície do solo (TS), obtidos durante a primeira etapa experimental realizada entre 15/11/2009 e 14/02/2010.	34
Tabela 2 - Temperatura média da superfície da pele (TP) °c de 06, 09, 12, 15, e 17 horas do lado do sol e lado da sombra.	41
Tabela 3 - Temperatura média da superfície da pele (TP) °c às 12:00 h do lado do sol e lado da sombra.	43
Tabela 4 - Médias de temperatura da superfície da pele (TP) °c e frequência respiratória (FR) (min.) nos horários de 06:00 da manhã e 15:00 da tarde.	53

LISTAS DE ABREVIATURAS

	Nº
ITU - ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE	22
ITGU - ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE	22
ITC - ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO PARA OVINOS	23
CTR - CARGA TÉRMICA RADIANTE	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2.0 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS	18
2.1 EFEITOS DO CLIMA SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL.....	18
2.2 INFLUÊNCIAS DA COR DOS PÊLOS E DA PELE DOS ANIMAIS.....	21
2.3 ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO.....	22
2.4 TROCAS DE CALOR.....	23
2.5 INSTALAÇÕES PARA ANIMAIS.....	24
3 MATERIAL E MÉTODO.....	26
3.1 LOCAL.....	26
3.2 PRIMEIRA ETAPA EXPERIMENTAL LOCAL.....	26
3.3 ANIMAIS.....	27
3.4 TEMPERATURA DO ANIMAL.....	27
3.5 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	28
3.6 SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL.....	29
3.7 ANIMAIS UTILIZADOS NA SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL.....	30
3.8 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS.....	31
3.9 MÉTODOS.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 PRIMEIRA ETAPA EXPERIMENTAL.....	34
4.1.1 TEMPERATURA DO AR.....	34

4.1.2 TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO.....	35
4.1.3 TEMPERATURA DO SOLO.....	36
4.1.4 FLUXO DE RADIAÇÃO.....	37
4.1.5 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO.....	38
4.2 SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL.....	42
4.2.1 TEMPERATURA DAS COBERTURAS DOS APRISCOS.....	43
4.2.2 TEMPERATURA MÉDIA DO AR DENTRO DOS APRISCOS.....	44
4.2.3 TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO.....	45
4.2.4 RADIAÇÃO EMITIDA PELAS COBERTURAS.....	46
4.2.5 SALDO DE RADIAÇÃO MÉDIO HORÁRIO.....	47
4.2.6 CARGA TÉRMICA RADIANTE.....	48
4.2.7 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU.....	49
4.2.8 ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO PARA OVINOS - TCI.....	51
5. CONCLUSÕES.....	54
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2008), o Brasil possui um dos maiores rebanhos de ovinos, aproximadamente 15.057.840 cabeças, sendo que a maior parte deste rebanho se concentra na região do Nordeste Brasileiro. Grande parte deste rebanho é destinada a produção de carne, o que representa uma atividade, cuja participação sócio-econômica é crescente e vem se firmando cada vez mais, como uma alternativa de viabilização para a pequena e média propriedade rural.

O rebanho ovino do Norte e Nordeste é composto em sua vasta maioria por animais deslanados e semilanados dos quais, os crioulos são os seus principais representantes, seguidos pelos animais das raças Santa Inês, Morada Nova e Somali (IBGE, 1996). Entretanto, apesar desse rebanho ser numericamente expressivo, apresenta níveis acentuadamente reduzidos de desempenho produtivo e reprodutivo (GUIMARÃES et al, 2000).

O baixo desempenho produtivo da maior parte dos rebanhos ovinos criados na região nordeste está relacionado, muitas vezes, as condições climáticas, as quais esses animais são submetidos. As limitações para obtenção de altos índices zootécnicos no Brasil decorrem do ambiente com clima quente, quando geneticamente esses animais foram desenvolvidos em climas mais amenos (RIBEIRO et al, 2008). Para Hopkins et al, (1978), citado por Cezar et al, (2004), quando as condições térmicas do ambiente são adversas, provoca um estresse calórico ao animal. Esse estresse é reconhecido como um fator importante na

limitação da produtividade dos ovinos nos trópicos. Entretanto, uma das alternativas é adequar os animais as condições ambientais selecionando animais capazes de produzir satisfatoriamente em ambientes adversos.

Considerando que o estresse calórico tem sido reconhecido como importante fator limitante na produção e reprodução dos animais nos trópicos, visto que ele provoca uma série de efeitos no metabolismo do organismo animal, existe necessidade de se conhecer a tolerância de calor e a capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento técnico para a exploração animal (SILVA et al, 2006). As avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica e de adaptabilidade de rendimento ou produção. Neste contexto, o ambiente é constituído do efeito combinado dos fatores climáticos como temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento, radiação solar, dentre outros. Portanto, é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com o meio, ou melhor, o calor produzido pelo metabolismo do organismo animal é perdido normalmente para o meio ambiente, sem prejuízo apreciável dos processos fisiológicos (FIORELLI et al, 2009). Ou seja, o potencial produtivo dos animais está diretamente ligado ao tipo de ambiente no qual ele se encontra, seja em condições de confinamento, ou em ambiente a céu aberto. No entanto, quando em condição de confinamento, o tipo de instalação deve apresentar o máximo conforto térmico para os animais. A primeira condição de conforto térmico dentro de uma instalação é que o balanço térmico seja nulo, isto é, o calor produzido pelo organismo animal somado ao calor ganho do ambiente deve ser igual ao calor perdido pelo animal através da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas, (SAMPAIO et al, 2004).

Por conseguinte, o abrigo animal tem por objetivo dar ao animal conforto, para que ele possa aumentar sua produtividade. Esse conforto não é medido da mesma forma com que essa sensação se faz ao ser humano, mas, sob a forma de produção ou produtividade. As instalações recebem diretamente a ação do clima, devendo por isso serem construídas com a finalidade principal de diminuir as influências que podem agir negativamente nos animais, como por exemplo, o excesso de calor (SEVEGNANI et al, 1994).

Os fatores que interferem na modificação do ambiente dentro das instalações são as paredes, altura do pé direito, piso e principalmente, o material da cobertura, que recebe toda a radiação solar incidente e é o maior responsável pelo microclima gerado dentro dos abrigos como galpão, granjeiro, aprisco, entre outros. Assim, os materiais a serem utilizados na confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico, para que o ambiente interno dessas instalações seja menos influenciado pela variação climática, (KAWABATA et al, 2005).

O estresse térmico nos animais, em regiões de clima adversos como o Semiárido, mesmo em época mais quente, como o período de verão, pode ser reduzido consideravelmente, tanto no campo como em ambientes de confinamento, protegendo o animal da radiação solar direta. Isso pode ser conseguido no campo, utilizando-se as sombras de coberturas naturais das árvores, ou coberturas artificiais, como telhados com alto poder de isolamento térmico, que reflitam maior quantidade de radiação solar. Para tanto, precisam apenas que a parte externa seja pintada com cores claras.

Portanto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar para a região Norte da Bahia, o conforto térmico de ovinos mantidos a céu aberto, e em ambiente de confinamento com cobertura de telha cerâmica natural e pintada de branco; e telha de cimento amianto natural e pintada de branco.

2. REVISÕES DE LITERATURA

Em regiões de clima tropical e subtropical, os efeitos da temperatura e umidade relativa do ar são muitas vezes limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão do estresse térmico a eles associados. Pois, o ambiente é um conjunto de fatores que afeta os animais de uma forma direta ou indiretamente (KAWABATA, 2003). Deste modo, o processo de adaptação ao ambiente o qual os animais são expostos é fundamental para a sobrevivência e perpetuação das espécies. Se uma espécie fosse adaptada para viver em apenas certo tipo de ambiente, ela provavelmente seria extinta, tão logo ocorresse modificação das condições climáticas nesse ambiente. Deste modo, para criá-los e explorá-los com sucesso é necessário proporcionar-lhes condições adequadas. Assim, os elementos climáticos que atuam sobre os animais em determinada região ou ambiente devem ser bem estudados para proporcionar o melhor equilíbrio possível, (DOMINGUES, 1979).

Portanto, o controle na medida do possível das condições ambientais vem sendo um desafio para o setor pecuário, pois as exigências térmicas dos animais variam de acordo com cada fase de seu desenvolvimento. Neste contexto, a construção de abrigos é fundamental para alterar ou modificar as condições ambientais para melhor desenvolvimento animal, e assim obter maior produtividade (KAWABATA, 2003).

2.1 EFEITOS DO CLIMA SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL

O clima atua diretamente sobre os animais domésticos, principalmente através de seus elementos meteorológicos. Deste modo, a interação animal x clima deve ser considerada quando se quer buscar maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Logo, a correta identificação dos fatores que influem na vida produtiva do animal, como o estresse térmico, imposto pelas flutuações estacionais do meio-ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, o que, possibilita dar-lhes sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (NEIVA et al, 2004). Portanto, o estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável em qualquer região requer a escolha de raças que sejam mais adequadas às condições ambientais locais.

Entre os elementos climáticos que exerce maior influencia no desempenho produtivo dos animais, a temperatura do ar se destaca como um dos mais importantes componentes, visto que exerce uma ação acentuada sobre os animais homeotérmicos, ou seja, aqueles animais que têm a habilidade de controlar sua temperatura corporal dentro de uma faixa estreita, porém, existem limites para o intervalo de temperatura, para os quais os animais homeotérmicos podem manter sua homeotermia. Dentro de 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 conforto térmico, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo (McDowel, 1974 citado por NEIVA et al, 2004). Do ponto de vista de produção, este aspecto reveste-se de muita importância, pelo fato de que, dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais são utilizados exclusivamente para seu crescimento e desenvolvimento. Portanto, quando há um aumento de temperatura no ambiente, aos quais os animais não estão adaptados, isso pode provocar um estresse térmico e influi negativamente

na produção e na reprodução (FURTADO, 2008). Para a espécie ovina, temperatura do ar entre 20 e 30°C são consideradas ideais para zonas de conforto, porém, temperatura acima de 34°C é considerada crítica (MOURA, 2009). Temperatura ambiental elevada causa uma insatisfação fisiológica que obriga os animais a reagirem na tentativa de restabelecer a homeotermia. Nesta situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal, aumentando o fluxo sanguíneo periférico, devido à dilatação dos vasos sanguíneos, o que favorece a dissipação de calor na forma sensível (condução, convecção e radiação). No entanto, para restabelecer a homeotermia, há um gasto de energia. Ou seja, a energia que seria usada para reprodução e produção é usada para combater o estresse térmico.

O calor contido no corpo do animal provém do metabolismo basal, da digestão dos alimentos, da atividade muscular e também do ambiente térmico, sendo que, esse calor tem que ser dissipado via mecanismos de troca de calor do corpo com o meio ambiente (PEREIRA, 2003). Se o animal não consegue dissipar o calor excedente para o ambiente, a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais e desenvolve-se o estresse calórico, responsável em parte pela baixa produtividade animal nos trópicos (SANTOS et al, 2004).

Portanto, para que o animal possa dissipar a energia gerada pelo metabolismo e pelo trabalho físico, a temperatura ambiente deve ser menor que sua temperatura corporal. Na maioria das espécies, a temperatura corporal começa a aumentar quando a temperatura ambiente atinge 28°C. Geralmente, espécies que suam resistem melhor às condições de excesso de calor, pois, conseguem dissipar em alguns casos esse calor através da sudorese e refrigeram pela respiração (PEREIRA et al, 2002). As zonas de conforto são as condições ambientais ideais para a produção animal.

A umidade relativa do ar é outro fator importante, pois, exerce também grande influência sobre os animais, afetando o seu bem estar e conseqüentemente, a sua produtividade. A umidade relativa em conjunto com a temperatura exerce papel importante na dissipação de calor pelos animais. Elevados valores de temperatura e umidade são extremamente danosos para a produção animal (TEIXEIRA, 2000).

Nas regiões tropicais, o baixo desempenho dos rebanhos, é geralmente associado ao conjunto dos elementos meteorológicos estressantes: temperatura do

ar elevada, umidade relativa do ar alta e radiação solar intensa (STARLING et al, 2005). Estudos realizados por Brasil et al, (2000), sobre o efeito do estresse térmico na produção de cabras Alpinas, mostrou que o estresse térmico durante o período da tarde, devido a temperatura do ar elevada e umidade relativa do ar baixa, proporcionou aumento da frequência respiratória e termólise evaporativa nos animais. Isso refletiu na perda de peso dos animais, ou seja, houve uma redução no consumo de alimento e aumento do consumo de água.

O aumento no consumo de água durante períodos de temperatura elevadas é um mecanismo de defesa do organismo animal. Perissionotto et al, (2005), estudando a influência do ambiente no consumo de água de vacas leiteiras, observaram que houve aumento no consumo de água, 63,8 litros de água por animal nos dias em que as temperaturas foram mais elevadas, contrastando com os 37,3 litros de água por animal nos dias de menor temperatura.

2.2 INFLUÊNCIA DA COR DO PÊLO E DA PELE DOS ANIMAIS

Além da temperatura e da umidade do ar é indiscutível que nas regiões tropicais as trocas térmicas por radiação entre os animais e o ambiente assumem uma grande relevância, pois, radiação solar intensa e temperatura elevada durante quase todo ano podem levar os animais ao estresse calórico, ocasionando declínio na produção, em virtude da queda no consumo de matéria seca e na eficiência digestiva, além de aumentar as exigências de energia de manutenção dos animais. Nessas trocas, o papel da capa do pelame do animal é muito importante, pois, nas condições adversas dos trópicos ele deve possuir características anatômicas e fisiológicas compatíveis com o ambiente, a fim de expressar todo o seu potencial genético (POCAY et al, 2001). Portanto, o pelame representa a fronteira entre o ambiente e o corpo dos animais e influencia diretamente as trocas térmicas. Assim, animais com epiderme pigmentada, pelos curtos, claros e assentados, e com pelame pouco denso têm maior proteção contra a radiação e a eficiência da termólise. Portanto, são as características mais desejáveis para animais que vivem em climas quentes e em condição de pastagem, como ovinos (FAÇANHA et al, 2010).

Neste sentido, a cor do pelame assume um papel fundamental para as trocas

térmicas entre o animal e o ambiente, pois, nas regiões tropicais, a capa tem a função de proteção mecânica da epiderme contra radiação solar, sendo, portanto, uma qualidade muito importante para os animais em condições de pasto. Um animal com pelame e pêlos escuros, tem uma maior absorção de radiação direta do que um animal de pelame e pêlos claros. Em geral, considera-se que uma capa de cor escura constitui uma superfície de grande absorvidade da radiação térmica, logo a temperatura da superfície cutânea destes animais é mais elevada que naqueles com pelame branco (MAURY JÚNIOR, 2009).

2.3 ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO

Desde que foram reconhecidas as diferenças entre os animais quanto à capacidade de enfrentar as variações climáticas do meio em que vivem, têm sido feitas tentativas para que se estabeleçam critérios de classificação dos diversos ambientes e combinações de fatores que proporcionem conforto térmico aos animais. Neste contexto, diversos índices do ambiente térmico têm sido desenvolvidos, englobando em um único parâmetro, o efeito conjunto dos elementos meteorológicos e do ambiente.

Os índices destinados à classificação do ambiente agregam os efeitos de elementos climáticos em um só valor. Assim, vários índices bioclimáticos têm sido desenvolvidos com o objetivo de expressar o conforto e o desconforto dos animais em relação a determinados ambientes. Conforme Souza et al, (2002), os estudos referentes à obtenção de parâmetros de conforto térmico ambiental para animais iniciaram-se nos anos 60, com bovinos e suínos.

O primeiro índice de conforto térmico foi desenvolvido por Thom (1958), como um índice de conforto térmico para humanos. Posteriormente, com o estudo de Johnson et al, (1962); Cargill e Stewart (1966) ambos citados por Silva (2000), este índice foi adaptado para descrever o conforto térmico de animais. O mencionado índice tem como base dados de temperatura ambiente e de umidade relativa do ar. Esses dados podem ser obtidos facilmente, visto que são medidos de forma rotineira em estações meteorológicas. O estresse térmico é classificado de acordo com a

variação do Índice de Temperatura e Umidade o ITU, que pode ser considerado como das seguintes situações: normal, se igual ou menor que 70; ameno ou brando entre 71 e 78; crítico entre 79 e 83 e severo acima de 83 (AZEVEDO et al, 2005).

Outro índice também utilizado para avaliar o conforto térmico animal é o Índice de Temperatura de Globo Negro e temperatura do ponto de orvalho - ITGU, desenvolvido por Buffington et al, (1981), para vacas leiteiras. Neste índice usa-se a temperatura de globo negro no lugar da temperatura de bulbo seco e temperatura do ponto de orvalho no lugar da umidade. Na condição ambiental de radiação solar em que os animais são expostos, o ITGU é mais preciso na indicação de estresse térmico do que o ITU, o qual é mais indicado para ser usado em abrigos.

Outro índice bastante utilizado é a carga térmica radiante (CTR) que tem por finalidade expressar a sensação térmica dos animais em relação ao ambiente. Este índice foi proposto por Campos et al, (1986), e toma como base a radiação total recebida por um corpo em relação ao espaço que o circunda. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (SOUZA et al, 2002).

Também, a temperatura de globo negro tem sido utilizada para estabelecer diferenças na sensação térmica sentida pelos animais nos diferentes ambientes em que os mesmo estão alojados. O termômetro de globo negro oferece em uma só medida as indicações dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento. Ou seja, como ele absorve radiação infravermelha, provê uma medida indireta do calor radiante do ambiente (MATARAZZO, 2004).

No caso de ovinos foi desenvolvido por SILVA e BARBOSA (1995) também um Índice de Conforto Térmico, o (ITC) Este índice está associado principalmente a temperatura e a umidade do ar, embora outros elementos climáticos como a radiação solar, o vento, a latitude e altitude tenham sua contribuição (SILVA et al, 2000).

2.4 TROCAS DE CALOR

A termorregulação é definida como o ganho ou a perda de calor; é a forma pela qual o animal controla sua temperatura corporal. A taxa de ganho ou perda de

calor corporal depende da carga térmica, capacidade calórica do animal, resposta termorregulatória ou ainda da capacidade do ambiente de receber calor. Os processos físicos envolvidos são a condução, a convecção, a evaporação e a radiação (TEIXEIRA, 2000).

A condução térmica representa o mecanismo de transferência de energia cinética pela movimentação das moléculas de elétrons. Estas moléculas passam de uma zona de temperatura elevada para outra de temperatura menos elevada. No caso dos animais, essa transferência ocorre do centro para a epiderme do mesmo, e desta para o meio que o rodeia (SILVA, 2000).

A convecção por sua vez consiste na transferência de energia térmica através da circulação de um fluido ou de um gás, a uma temperatura não uniforme. Através da convecção ocorrem às trocas de calor tanto interna como externamente, por meio da circulação do sangue e da movimentação do ar, respectivamente (TEIXEIRA, 2000). Deste modo, quando o animal é envolto pela atmosfera, cuja temperatura é inferior à de sua superfície, a energia térmica é transferida por convecção do animal para a camada atmosférica adjacente à sua superfície. Portanto, é através da convecção que o ar aquecido no interior do aparelho respiratório do animal, ao ser inspirado, transfere calor do organismo do mesmo para o meio externo. Esta perda de calor, é claro, ocorre também em maior proporção, quando a temperatura ambiente é baixa. Ela aumenta com a aceleração do ritmo respiratório (BRIDI, 2000).

Já a evaporação é a troca de calor através da mudança de estado da água de líquido para gasoso, logo este processo também é carreador de calor para fora do corpo do animal. Deste modo, o ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, e como o ar expelido é quase saturado de vapor d' água, contribui para que haja uma perda de calor. Quando a capacidade do aparelho termorregulador não é suficiente para evitar a elevação da temperatura corporal, o animal tende a acelerar seu ritmo respiratório. A aceleração do ritmo respiratório acarreta vários efeitos indesejáveis ao animal, diminuição da reserva alcalina do sangue, uma vez que a grande quantidade de ar inspirado determina uma perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, perturbando assim o sistema compensador que evita alterações na acidez do sangue. Por outro lado, a taxa elevada de movimento

respiratório implica em grande atividade muscular do animal, a qual aumenta conseqüentemente a produção de calor, anulando em parte o seu objetivo, e acarretando um verdadeiro círculo vicioso e excessivo trabalho dos pulmões e coração (MEDEIROS e VIEIRA, 2007).

2.5 INSTALAÇÕES PARA ANIMAIS

Dentro de uma instalação, a primeira condição para que haja conforto térmico é que o balanço térmico seja nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal somado ao ganho de calor do ambiente deve ser igual ao calor perdido pelo mesmo, através da emissão de radiação, convecção, condução, evaporação e do calor contido nas substâncias eliminadas (BRIDI, 2008).

Portanto, as instalações devem ser planejadas e construídas com a finalidade principal de diminuir a ação do clima e evitar que este haja negativamente sobre os animais, ou seja, os materiais a serem utilizados na construção das instalações devem permitir um bom isolamento térmico e o ambiente interno dessas instalações seja pouco influenciado pela variação climática (PEREIRA, 2007). Geralmente os materiais de construção têm sua utilização vinculada às características de resistência e durabilidade. No entanto, nas edificações para criação de animais é recomendado que os materiais tenham adicionalmente, uma baixa condutividade térmica e que possam contribuir para o conforto térmico, gerando, portanto aumento da produção animal (KAWABATA, 2003).

Entre os fatores que influenciam o ambiente interno das instalações estão os telhados, devido principalmente à carga térmica de radiação emitida, que decorre do tipo de material da cobertura. Neste contexto, o fator mais importante é a quantidade de radiação que ela emite e chega até os animais. Geralmente, a telha de cimento amianto e cerâmica são as mais utilizadas nas instalações. No entanto, telhas de cimento amianto esquentam muito ao sol, sendo necessário, portanto, utilização de algum tipo de artifício como pintura da parte externa para ajudar a diminuir a carga térmica radiante (SARMENTO et al, 2005). A pintura do telhado com cores claras, reduz a radiação emitida, devido deixá-lo com menor coeficiente de absorção de radiação solar, conseqüentemente diminui a temperatura do meio abaixo dele

(MOURA, 2001; SARMENTO et al, 2005; KAWABATA, 2003).

Outra forma de minimizar a radiação emitida pela cobertura no interior das instalações, é a utilização de forros que funcionem como isolamento térmico, que é um meio eficiente de melhorar as condições ambientais dentro dos abrigos, pois, possibilita a formação de uma camada de ar adjacente a cobertura, o que contribui para a redução da transferência de calor em direção aos animais. Portanto, o uso de forro na altura do pé-direito das instalações ajuda no conforto térmico (ABREU et al, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.0 LOCAL DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi conduzida no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, no município de Juazeiro - BA (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m), e contemplou duas etapas experimentais.

3.1 PRIMEIRA ETAPA EXPERIMENTAL

A primeira etapa ocorreu no período de 15 de novembro de 2009 a 14 de fevereiro de 2010. Nesta etapa experimental foi utilizada uma área de pastagem com capim-aruana (*Panicum máximo cv Aruana*) de 17.664 m², dividida em 12 piquetes de 1.472, a qual é irrigada por pivô central. Diariamente, às 6h30min, os 80 animais (ovinos) eram colocados em um piquete da área citada e às 16h00min eram recolhidos ao abrigo (Figura 1). Para manter a capacidade de suporte de forragem, adotou-se o processo rotativo de piquetes, ou seja, a cada dois dias os animais eram colocados em um novo piquete. Durante o período experimental os animais tiveram acesso livre á água em cochos localizados entre os piquetes, assim como suplementação



de sal mineral.

Figura 1. Área experimental para cria e engorda de animais do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da UNEB.

3.2 ANIMAIS

Para realização dos trabalhos experimentais na primeira fase dentre os 80 animais citados anteriormente, foram selecionados 24 machos e fêmeas vazias, com sete meses de idade e peso médio de 14 kg, das raças: Santa Inês; Dorper e SRD. Estes foram separados em quatro grupos de 6 animais de acordo com a cor da pelagem (Figura 2), ou seja: branca, castanho claro, castanho escuro e preto. Para facilitar a visualização dos animais no pasto, tendo em vista que os mesmos estavam misturados com os demais 56 animais do rebanho, eles foram identificados individualmente, através de números pintados com tinta de cor prata em ambos os flancos.



Figura 2. Animais utilizados na primeira etapa experimental, selecionados conforme a cor da pelagem: branca (A); castanho claro (B); castanho escuro (C) e preto (D).

3.3 TEMPERATURA DO ANIMAL

Foram efetuadas medidas da temperatura da superfície da pele dos animais com termômetro infravermelho de segunda-feira à sábado às 12 horas e duas vezes por semana nos horários de: 06, 09, 12, 15 e 17 horas. Nesses horários os animais eram presos nos corredores que fazem a divisão entre dois piquetes e as leituras efetuadas no dorso do animal (Figura 3). Para melhor avaliar as condições térmicas dos animais, as leituras foram efetuadas tanto do lado em que o sol incidia sobre o animal, como do lado em que havia sombra no animal.

Os animais foram distribuídos num delineamento inteiramente causalizado, com seis repetições e quatro tratamentos de acordo com a cor da pelagem, conforme já foi mencionado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 3. Medida da temperatura da superfície da pele dos animais.

3.4 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Para levantamento dos dados climáticos, na primeira etapa experimental foi instalado na parte central da área de pastagem, na altura média dos animais (cerca de 50 cm), um conjunto de sensores meteorológicos para coleta de dados de

temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura de globo negro, temperatura do solo, bem como, os componentes do balanço de radiação: saldo de radiação, radiação solar global, radiação solar refletida e radiação de onda longa emitida pela superfície do solo (Figura 4). Todos os sensores foram acoplados a um sistema automático de coleta de dados Micrologger CR1000, programado para efetuar leituras a cada 5 segundo e médias a cada hora.

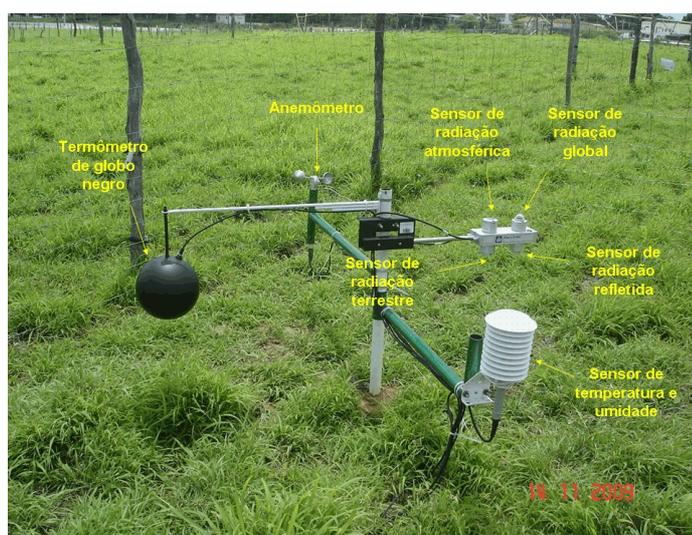


Figura 4 - Conjunto de sensores meteorológicos: termômetro de globo negro; anemômetro; sensor de radiação atmosférica; sensor de radiação solar global; sensor de radiação terrestre; sensor de radiação refletida; e sensor de temperatura e umidade do ar.

3.5 SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL

A segunda etapa experimental ocorreu no período de 15 de fevereiro a 31 de maio de 2010 em dois apriscos, sendo um coberto com telha de cimento amianto e o outro coberto com telha de cerâmica, ambos tiveram a cobertura dividida em duas partes, metade da face externa foi pintada de branco, enquanto a outra metade permaneceu natural (Figura 5).

Os apriscos foram divididos em quatro baias, cada uma com 16 m². Nas baias das extremidades foram alojados os animais; e nas baias centrais colocados

os conjuntos de sensores meteorológicos idênticos ao utilizado na primeira etapa, porém, acrescido de sensor de temperatura da superfície do telhado. Nesta etapa, como os sensores estavam sob a cobertura, a radiação de onda longa medida correspondeu a emissão de radiação térmica pela cobertura em direção ao solo, ou seja, a carga térmica radiante das coberturas. Assim como na primeira etapa experimental, o sistema automático de coleta de dados foi programado para efetuar leituras a cada 5 segundos e gerar médias a cada hora.



Figura 5. Aprisco coberto com telha de cimento amianto (direita) área coberta com telha de cerâmica (esquerda).

3.6 ANIMAIS UTILIZADOS NA SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL

Para a segunda etapa experimental também foram selecionados 24 animais machos e fêmeas vazias, com sete meses de idade e peso médio 14 kg das raças: Santa Inês; Dorper e SRD. Procurou-se selecionar os animais da forma mais homogênea possível, de acordo com o peso, idade e pelagem, adotando-se para cada grupo de animal (tratamento) as características físicas mais semelhantes (Figura 6). Esses grupos de seis animais selecionados foram confinados em baias considerando os seguintes tratamentos: telha de cerâmica pintada de branco; telha de cimento amianto pintado de branco; telha de cerâmica natural e telha de cimento amianto natural. Durante o período experimental esses animais foram alimentados uma vez por dia, sempre à tarde, com uma dieta de concentrado de milho e resíduo

volumoso cedido da Mosca MED.



Figura 6. Animais utilizados na segunda etapa, selecionados por grupos, segundo os seguintes tratamentos: cerâmica branca (A); cerâmica natural (B); cimento amianto branco (C) e cimento amianto natural (D).

3.7 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Também nesta segunda etapa experimental foram efetuadas medidas da temperatura da superfície da pele dos animais em confinamento com termômetro infravermelho de segunda-feira a sexta-feira, pela manhã, às 6 horas e a tarde às 15 horas. Também nesta etapa foram realizadas medidas da frequência respiratória, fazendo-se a contagem do número de movimentos respiratórios, observando o flanco do animal, por 15 segundos, com o auxílio de um cronômetro. Para determinar o número de movimentos por minutos, multiplicou-se o valor obtido por quatro.

Para a análise estatística dos dados de temperatura da superfície da pele e frequência respiratória, utilizou-se o delineamento inteiramente causalizado num esquema fatorial de 4x6 que incluiu os efeitos do tipo e cor do telhado, os horários de coleta. Ou seja, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.8 MÉTODOS

Com os dados climáticos obtidos foram determinados os seguintes índices de conforto térmico: Índice de Temperatura e Umidade – ITU; Índice de Carga Térmica Radiante - CTR; Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU; e Índice de Conforto Térmico - TCI.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado utilizando a equação proposta por Thom (1958):

$$ITU = T_a + 0,36t_{po} + 41,5 \quad \text{Eq. (1)}$$

em que: T_a é a temperatura do ar e t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho, ambas em graus Celsius.

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) foi determinado pela expressão proposta por Buffington et al, (1981):

$$ITGU = t_g + 0,36 t_{po} + 41,5 \quad \text{Eq. (2)}$$

em que: t_g é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de um globo negro colocado no mesmo local de um animal e t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$).

A Carga Térmica Radiante (CTR) indicada por Campos (1986) foi calculada pela equação de Stefan-Boltzmann, conforme proposto por (SOUZA, 2002):

$$CTR = \sigma \times (TRM)^4 \quad \text{Eq. (3)}$$

em que: CTR é a carga térmica radiante (W.m^{-2}); σ é a constante de Stefan Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$), e TRM a Temperatura Radiante Média (K), que representa a temperatura ambiente de uma circunvizinhança, com a qual um corpo (globo negro) troca energia.

O Índice de Conforto Térmico para Ovino (TCI) proposto por Rauschenbach e Yerokhin (1975) foi determinado pela equação:

$$TCI = 0,659t_a + 0,550t_g - 0,042v \quad \text{Eq. (4)}$$

em que: t_g é a temperatura do globo negro ($^{\circ}\text{C}$), t_a é a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), e v é a velocidade do vento em (m/s).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRIMEIRA ETAPA EXPERIMENTAL

Na Tabela 1 são apresentados os dados de temperatura do ar, temperatura de globo negro e temperatura da superfície do solo, bem como, uma análise detalhada das variáveis climática avaliadas, obtidas durante a primeira etapa experimental, realizada a céu aberto.

Tabela 1. Valores médios diários e extremos de temperatura do ar (Tar), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura da superfície do solo (TS), obtidos durante a primeira etapa experimental realizada entre 15/11/2009 e 14/02/2010.

Variável	Médias diárias			Valores absolutos	
	Média	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
T Ar (°C)	27,3	33,9	22,9	36,9	18,8
TGN (°C)	31,6	50,5	21,0	59,8	17,8
TS (°C)	27,2	30,3	25,0	34,0	21,8

4.1.1 TEMPERATURA DO AR

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que durante o período experimental, a temperatura média diária do ar alcançou 27,3°C; a temperatura máxima média diária 33,9°C; e a temperatura mínima média diária 22,9°C. No entanto, observa-se também, que a temperatura máxima absoluta do ar durante o período experimental chegou aos 36,9°C. De acordo com o relatório diário emitido pela estação automática, esse valor máximo da temperatura do ar ocorreu exatamente às 14h35min do dia 30/11/2009. A temperatura mínima absoluta durante a primeira etapa experimental atingiu 18,8°C, às 5h06min do dia 03/12/2010. Cezar et al, (2004), em pesquisa realizada com ovinos das raças Dorper e Santa Inês no

município de Soledade, no Cariri paraibano, encontraram 33,2°C para a temperatura média máxima e 23,3°C para a temperatura média mínima. Portanto, em termos de temperatura média máxima, como se trata duas regiões distintas e a região do Cariri por ter uma altitude mais elevada é naturalmente mais fria que a região Norte da Bahia, os resultados obtidos mostram-se coerentes.

Por outro lado, Moura (2009), em estudo realizado durante a primavera com ovelhas Santa Inês no Nordeste Paraense, encontrou para a temperatura máxima 32,2°C e para a temperatura mínima 21,6 °C. Em relação aos resultados de Moura (2009), neste estudo a temperatura máxima foi 1,7°C maior e a temperatura mínima 1,3°C. Deste modo, considerando que, além dos climas das duas regiões serem diferentes, como os experimentos foram realizados em épocas também diferentes, não se pode afirmar que houve uma diferença acentuada entre as temperaturas máximas e mínimas. De acordo com Fuquay (1981), valores ideais de temperatura para a maioria dos animais estão entre 24 e 27°C, e à medida que a temperatura ambiente aumenta, a eficiência da perda de calor sensível diminui. Porém, como a zona de conforto térmico recomendada para ovinos situa-se entre 20 e 30 °C, e a temperatura efetiva crítica acima de 34 °C. Isso mostra que a temperatura máxima absoluta de 36,9°C registrada neste experimento superou esse valor crítico proposto por Fuquay (1981), logo se conclui que os animais utilizados nesta pesquisa sofrer desconforto térmico nos horários mais quentes do dia.

4.1.2 TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO

Verifica-se também na Tabela 1, que a temperatura máxima média de globo negro chegou a 50,5 °C e a temperatura mínima média 21,0 °C, enquanto a temperatura média diária foi de 31,6 °C. Em termos de valores extremos, observa-se que a temperatura máxima absoluta alcançou 59,8°C, enquanto a mínima absoluta diária foi de 17,8°C. Esses valores elevados da temperatura de globo negro decorrem do fato de que o globo negro absorve grande quantidade de energia radiante do ambiente. Portanto, como há uma grande incidência de radiação solar na região, isso contribui para esses valores elevados da temperatura de globo negro. Deste modo, considerando que o globo negro representa a condição térmica do

animal no ambiente, isso vem reforçar a afirmação anterior, de que ao longo do período experimental, os ovinos, principalmente no período da tarde, devido às elevadas temperaturas sofreram uma forte sensação de desconforto térmico. Barbosa et al, (2001), estudando o zoneamento bioclimático para ovinos no Paraná, encontrou para o período do verão uma temperatura máxima de globo negro de 56 °C, valor menor 3,8°C em relação ao observado nesta pesquisa, o que é compatível com a região estudada, cujo clima é bem mais ameno do que o clima do Semiárido Nordeste.

4.1.3 TEMPERATURA DO SOLO

Na Tabela 1 observa-se ainda que a temperatura máxima média do solo foi apenas de 30,3°C. Ou seja, como a superfície do solo era pastagem, isso contribuiu para que a mesma não se aquecesse muito. Em superfícies de solo descoberto, a temperatura pode alcançar mais do que o dobro do valor encontrado neste estudo.

Na Figura 7 é apresentada a evolução da temperatura da superfície do solo, temperatura de globo negro e temperatura do ar. Verifica-se que os máximos de temperatura ocorreram entre 13 e 15 horas; e que notadamente a amplitude térmica da temperatura de globo negro é bastante elevada, em comparação com a amplitude da temperatura do ar e temperatura do solo, principalmente. Também, verifica-se que enquanto no período diurno a temperatura de globo negro foi maior do que a temperatura do ar e temperatura da superfície do solo, no período noturno ocorreu o contrário, ou seja, a temperatura de globo negro foi menor. Por outro lado, no período entre 8 e 19 horas a temperatura do ar foi maior do que a temperatura do solo, e no período noturno, a temperatura da superfície do solo foi maior. Dentre as três temperaturas, a da superfície do solo foi a que apresentou a menor amplitude térmica e a temperatura de globo negro a maior, enquanto a temperatura do ar teve uma amplitude térmica intermediária. Essa menor amplitude térmica do solo decorre da capacidade do solo de armazenar e não perder calor facilmente, por isso, durante o período noturno se mantém aquecido.

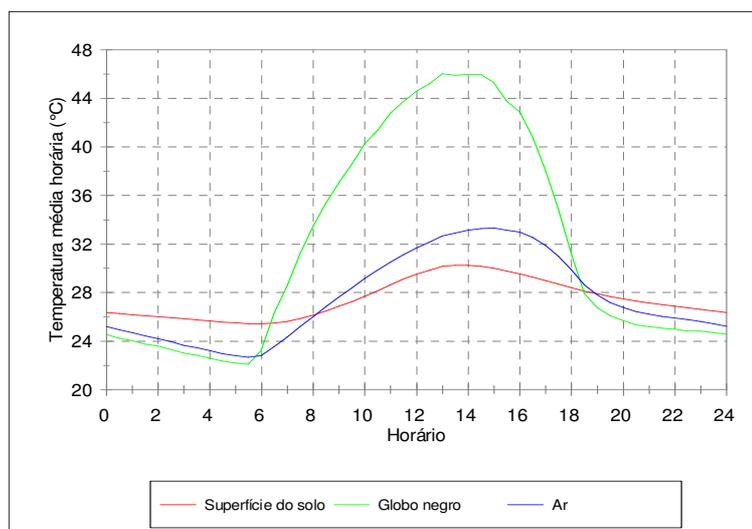


Figura 7. Evolução da temperatura média horária da superfície do solo, temperatura de globo negro e temperatura do ar ao longo do dia, durante o período experimental de 15/11/2009 a 14/02/2010.

4.1.4 FLUXO DE RADIAÇÃO

Na Figura 8 são apresentados os fluxos médios horários de radiação, observa-se que os valores máximos da radiação global (linha vermelha), em torno de 885 W.m^{-2} , ocorreram entre 12 e 13 horas, enquanto a radiação líquida (linha azul claro) apresentou máximo de $610,1 \text{ W.m}^{-2}$ no mesmo horário. Verifica-se ainda que a radiação líquida apresenta um comportamento diário sincronizado com a radiação global. Leitão et al, (2000), estudando o balanço de radiação sobre um solo descoberto em Mossoró-RN no verão encontrou valores máximos de radiação líquida em torno de 660 W.m^{-2} . Já Poday et al, (2001), estudando as respostas fisiológicas de vacas holandesas na cidade de Jaboticabal-SP, observou que quanto maior intensidade de radiação solar, maior é a temperatura retal dos animais. Ainda na Figura 8 verifica-se que a radiação emitida pela atmosfera ao longo do dia (linha azul escuro), praticamente esteve próximo de 400 W.m^{-2} , e atingiu um máximo de $427,2 \text{ W.m}^{-2}$ às 14h. Já a radiação emitida pela superfície do solo (linha preta) alcançou máximo de $-518,1 \text{ W.m}^{-2}$ às 13h. Também, percebe-se pelas curvas de radiação da Figura 8, que durante o período experimental, os animais em alguns

dias, foram submetidos a uma carga térmica elevada em determinados horários. Portanto, isso também confirma que eles experimentaram de fato uma situação de desconforto térmico. Logo tanto a radiação de ondas curtas, como a radiação de ondas longas, exercem um forte impacto sobre a carga total de calor e o estresse térmico do animal. O impacto da radiação solar direta nos animais pode afetar a temperatura retal e a frequência respiratória, causando um efeito direto em algumas concentrações de enzima e minerais no plasma, (ARIAS et al, 2008).

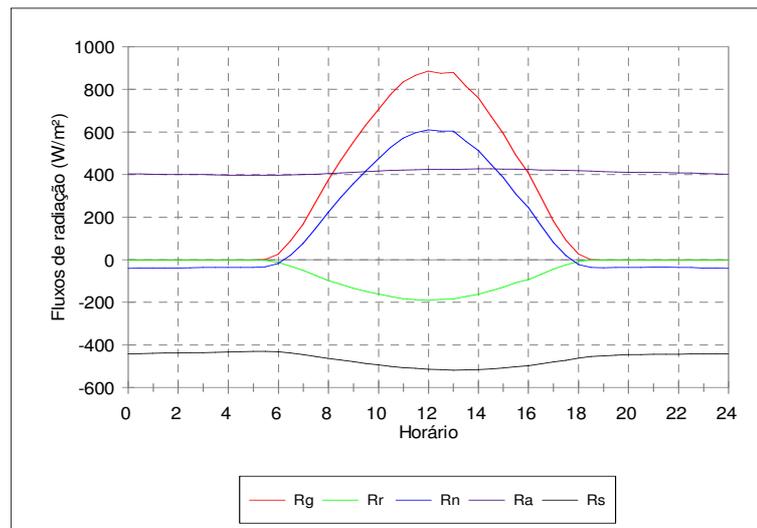


Figura 8. Fluxos médios horários de Radiação Global (Rg), Radiação Refletida (Rr); Radiação Líquida (Rn); Radiação emitida pela atmosfera (Ra) e Radiação emitida pela superfície (Rs), ao longo do dia durante período experimental de 16/11/2009 a 10/02/2010

4.1.5 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

Na Figura 9 são apresentados os valores médios horários ao longo do dia durante o período experimental dos Índices de Conforto Térmico: Temperatura e Umidade (ITU); Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU); Índice de Conforto Térmico para Ovinos (TCI) e a Carga Térmica Radiante (CTR). Observa-se na Figura 9 que o valor médio máximo do ITU entre 14 e 15 horas foi de 81,6. Esse índice indica que durante este período os animais foram submetidos a uma situação de alerta de estresse térmico. Este resultado está bem próximo daquele encontrado

por Rocha et al, (2009), em estudo de adaptabilidade climática de caprinos na cidade de Teresina-PI, que observou uma média máxima de ITU de 82,01 para o período da tarde. Neves (2008), também encontrou um ITU médio máximo de 82,2 para ovinos em condições de pastio no agreste de Pernambuco. De acordo com Silva & Turco (2004), ITU entre 74 e 81 é considerado zona de alerta térmico para criação de ovinos.

Ainda na Figura 9, observa-se que o valor médio máximo do ITGU para o período estudado atingiu 94,8 às 13h00min, o que também evidencia uma situação de perigo térmico para os animais. Neves (2008), avaliando as reações fisiológicas de ovinos no agreste de Pernambuco para o período da tarde, encontrou um valor máximo absoluto para o ITGU de 101,1 e um valor médio de 88,5. Santos et al, (2005), estudando a adaptação de caprinos exóticos e familiarizados ao clima Semiárido, na região de Patos-PB, encontraram ITGU para o turno da tarde de 98,95. Já Veríssimo et al, (2009), em estudo de avaliação da tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura, encontraram um valor médio de ITGU de 98. Portanto, como no nosso estudo e em todos esses resultados citados, o índice de temperatura de globo negro e umidade estiveram acima de 94, em todos eles ocorreu situação de alerta térmico para os animais.

Em termos de valores do Índice de Conforto Térmico para Ovino - TCI conforme pode ser observado ainda na Figura 9, o valor médio máximo de TCI foi de 57. Como este índice aumenta em função da temperatura do ar, esse valor elevado se justifica já que a temperatura média máxima do ar durante o período experimental foi de 33,9°C. Quesada et al, (2001) encontrou TCI igual a 33 quando a temperatura do ar atingiu 30°C. No estado do Paraná, Barbosa et al, (2001) observaram que quando o ITC atingiu 58, a temperatura retal de três raças de ovinos aumentou de 39,10; 39,05 e 39,09°C, para 40,40; 40,50 e 40,28°C, respectivamente.

O Índice de Carga Térmica Radiante - CTR também é apresentado na Figura 9. Pode-se verificar que a CTR no período mais quente do dia entre 14 e 15 horas atingiu 499,3 W.m⁻². Esse resultado mostra que devido a área ocupada pelos animais ser coberta por pastagem, houve um efeito significativo no isolamento térmico, proporcionando um menor aquecimento da superfície. O efeito amenizador

da cobertura vegetal mostra a importância da presença da vegetação, pois, contribui para o conforto térmico dos animais.

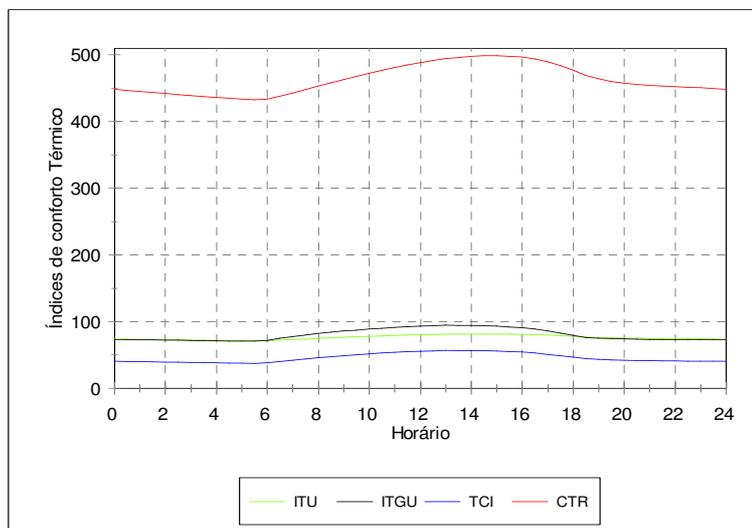


Figura 9. Evolução horária dos Índices de Temperatura e Umidade (ITU); Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU); Índice de Conforto Térmico para Ovinos (TCI) e Carga Térmica Radiante (CTR), durante o período experimental de 15/11/09 a 10/02/10

Na Tabela 2 são apresentados os valores de temperatura média da superfície da pele animal a céu aberto durante o período experimental. Verificar que houve diferença significativa ($P < 0,05\%$) entre a cor da pelagem, com os animais de pelame de cor branca apresentando as menores temperaturas da superfície da pele em todos os horários. Ou seja, os animais de pele e pêlos claros mostraram uma tendência de se esquecer menos, isso sugere que animais de pelame claro, têm uma maior habilidade termorregulatória.

Analisando-se ainda a Tabela 2, podemos perceber que a temperatura da superfície da pele dos animais de pelame castanho escuro, no horário de 12 horas chegou a $52,5^{\circ}\text{C}$, sendo bem mais elevada do que a temperatura da pele dos animais dos demais tratamentos. Os dados apresentados na Tabela 2, também mostram que os animais com capa da superfície preta e pelame escuro, absorveram bem mais calor do que os animais com cor de pelame clara. Neves (2008), estudando a correlação do estágio fisiológico com a cor da pelagem de ovinos encontraram um coeficiente maior para as ovelhas castanhas do que nas pretas e

brancas.

Ainda na Tabela 2, pode-se observar que os animais de pelame preto nos horários mais quentes, entre 12 e 15 horas, não apresentaram diferença significativa em relação aos animais de pelame castanho claro. Isso pode se explicado, pelo fato de que os animais de pelame preto tinham pêlos mais curtos e assentados. Segundo Silva (2000), mesmo os animais de pelame preto, quando deslanados, são mais eficientes em dissipar calor, pois pêlos menores que 1 cm, sofrem uma influência maior do vento na dissipação do calor. Ou seja, o vento penetra de forma mais eficaz nos pêlos e reduz o calor externo. Portanto, estando o animal ao ar livre, a resistência térmica do pelame diminui com o aumento da velocidade do vento e a convecção forçada se torna mais importante para a transferência térmica através da capa.

Com relação às observações do lado da sombra do animal, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Isso mostra que ao contrário da exposição ao Sol, quando a incidência de radiação faz grande diferença no aquecimento, na sombra os animais não têm temperatura tão divergente.

Tabelas 2 - Temperatura média da superfície da pele (TP) em °C de 06, 09, 12, 15, e 17 horas do lado do sol e lado da sombra.

Sol					
Cor da pelagem	06 hs	09 hs	12 hs	15 hs	17 hs
Branco	29,6 a	39,9 a	45,9 a	42,6 a	34,1 a
Castanho claro	31,0 a	43,3 b	48,9 ab	44,6 ab	34,5 ab
Castanho escuro	31,4 b	43,5 b	52,5 c	46,1 b	35,2 b
Pretos	32,5 b	43,8 b	49,7 b	44,1 b	35,2 b
cv%	3,50	8,32	4,71	3,46	1,95
Sombra					
Cor da pelagem	06 hs	09 hs	12 hs	15 hs	17 hs
Branco	28,8 a	37,0 a	43,8 a	39,3 a	33,6 a
Castanho claro	30,1 ab	38,4 ab	45,8 ab	41,2 b	33,9 a
Castanho escuro	30,2 ab	38,8 b	47,9 b	40,8b	34,1 a
Pretos	31,2 b	38,6 ab	45,3 a	40,8 b	34,6 a
cv%	3,50	2,53	4,06	1,79	1,86

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada cor de pelagem avaliada, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 3 são apresentados os dados de temperatura da superfície da pele tomados ao meio-dia, do lado ensolarado e do lado sombreado do corpo do animal. Verifica-se que os animais de pêlo castanho escuro e castanho claro, devido terem pêlos densos foram os que apresentaram as maiores de diferenças de temperatura entre os lados ensolarados e sombreados, cerca de três vezes a mais do que os animais de pelame branco e preto. Os animais de pêlo castanho escuro atingiram temperatura de 51,3°C do lado do sol e 47,3 °C do lado da sombra, enquanto os animais de pêlo castanho claro atingiram temperatura de 48,6 °C do lado do sol e 44,9 do lado da sombra. Os animais de pêlo branco e preto apresentaram as menores diferenças entre o lado ensolarado e o lado sombreado, contudo, nos animais de pêlo branco a diferença entre o lado ensolarado e o sombreado foi um pouco maior que nos animais de pêlo preto.

Tabelas 3 - Médias de temperatura da superfície da pele (TP) em °C às 12:00 horas do lado do sol e lado da sombra.

Cor da pelagem	TSol	TSombra	ΔT
Branco	45,5 a	44,3 a	1,2
Castanho claro	48,6 ac	44,9 a	3,7
Castanho escuro	51,3 c	47,3 a	4,0
Pretos	47,1 ab	46,0 a	1,1
cv%	3,7	5,8	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, para cada cor da pelagem avaliada, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2 SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados da segunda etapa experimental, fazendo-se uma análise do comportamento térmico das coberturas dos apriscos que utilizam telhas de cerâmica e cimento amianto, ambas em condição natural e pintadas de branco.

4.2.1 TEMPERATURA DAS COBERTURAS DOS APRISCOS

Verifica-se na Figura 10 que os maiores valores médios de temperatura das coberturas ocorreram entre 12 e 14 horas; e que a cobertura com telha de cimento amianto natural apresentou o maior valor de temperatura, superou os 39°C. Isso ocorreu devido esse tipo de material ter um poder de absorção bem maior dos raios solares do que a telha de cerâmica. Ou seja, a radiação solar, incidindo sobre essa cobertura gerou um maior aquecimento e conseqüentemente, um maior fluxo térmico para baixo causando elevação da temperatura no interior da instalação. Comparando-se a temperatura do telhado de cimento amianto natural, com a do telhado de cimento amianto pintado de branco, verifica-se que a telha pintada contribuiu para diminuir a temperatura em até 3°C em relação ao telhado de amianto natural. Isso se deve ao fato de que a cobertura de amianto pintada de branco foi mais eficiente em refletir a radiação solar incidente, logo não se aqueceu tanto como a cobertura de amianto de cor natural. Oliveira et al, (2005), estudando o conforto térmico de ovinos na Paraíba, encontrou para uma cobertura com telha de cimento amianto natural temperatura de 37,4°C, valor um pouco menor do que o observado nesta pesquisa. Os estudos têm mostrado que a telha de cimento amianto esquenta muito ao sol, mas sua pintura na cor branca ajuda a diminuir a temperatura. Por outro lado, quando se faz a combinação da pintura na cor branca com uma boa ventilação, isso contribui para renovar o ar e remover o calor ambiental proveniente do metabolismo animal e das outras fontes radiantes. Portanto, telhados pintados com cores claras têm menor coeficiente de absorção de irradiação solar e normalmente produzem efeito positivo na redução da temperatura do ambiente abaixo da cobertura.

Analisando-se às curvas da evolução da temperatura média da cobertura dos telhados de cerâmica natural e cerâmica pintada de branco, observa-se que nos instantes mais quentes do dia, enquanto na cobertura de telha de cerâmica pintada de branco a temperatura média ficou na faixa de 35°C, na cobertura de telha de cerâmica natural a temperatura média chegou a 37°C. Ou seja, o mesmo material ao

se fazer a pintura da parte externa com cores claras, produziu um efeito positivo na diminuição da temperatura, contribuindo assim para a melhoria do conforto térmico dos animais. Portanto, tanto o telhado de cimento amianto pintado de branco, como o telhado de cerâmica pintado de branco foram mais eficientes na diminuição da temperatura de cobertura em comparação com suas condições naturais.

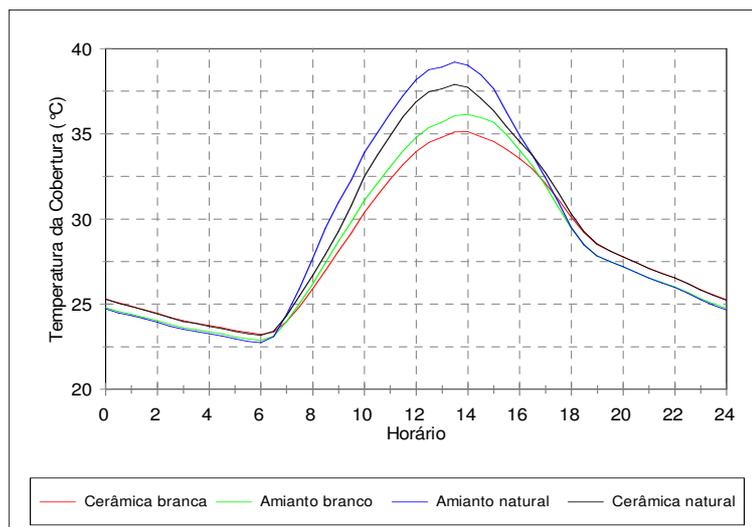


Figura 10. Evolução da temperatura média horária das coberturas ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010.

4.2.2 TEMPERATURA MÉDIA DO AR DENTRO DOS APRISCOS

Em relação a temperatura média do ar, observa-se na Figura 11 que nos ambientes de confinamento, no período da tarde, esta foi maior entre 14 e 16 horas, chegando em média a 32,8°C para todo período avaliado. Esse resultado está compatível com resultados obtidos por Teixeira (2000); Oliveira et al, (2005); Souza et al, (2007) e Santos et al, (2005), que também encontraram temperaturas elevadas do ar no período da tarde em ambientes de confinamento para ovinos. De acordo com Silanikove (2000) temperatura ideal para ovino situa-se em torno de 24°C e 26°C, ou seja, acima desse ponto, os animais começam a aumentar a temperatura do corpo e os mecanismos de defesa são intensificados, logo o resfriamento evaporativo aumenta exponencialmente com o aumento de cargas térmicas internas e externas.

Outro mecanismo de defesa do animal é a redução do consumo alimentar e a redução da secreção hormonal termogênico para diminuir o metabolismo basal, resultando em uma redução da carga térmica interna. Portanto, temperaturas elevadas são um dos principais elementos climáticos estressantes que causam diminuição na taxa de crescimento, produção de leite e falhas na reprodução, incluindo ciclos estrais anormais, diminuição da fertilidade ao parto dos rebanhos e aumento da mortalidade embrionária e fetal ao início da gestação (MOURA, 2009).

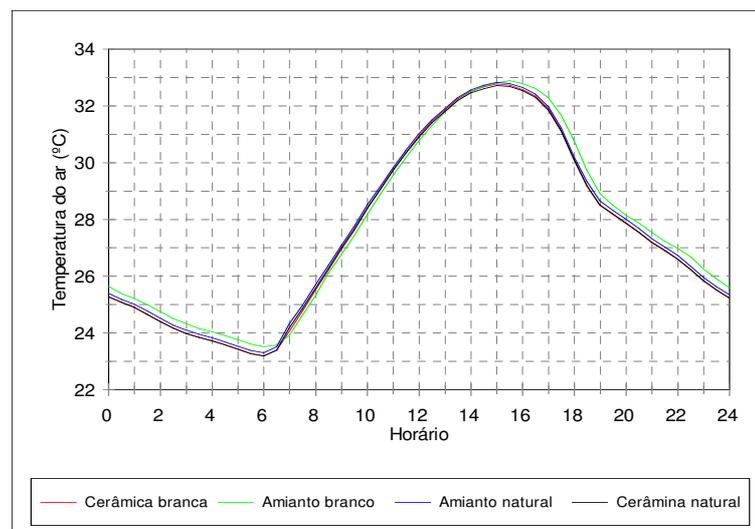


Figura 11. Evolução da temperatura média horária do ar ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010.

4.2.3 TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO

Observando a Figura 12, verifica-se que em todos os ambientes de confinamento, no período das 12 às 16 horas, a temperatura máxima média de globo negro foi elevada as 14h, chegando acima de 35°C no tratamento cobertura de cimento amianto natural. Esse resultado está relacionado à maior incidência e absorção de radiação solar, que alcança seu pico próximo ao meio dia e permanece elevada até às 16 h, a partir dai, devido à diminuição do ângulo de elevação do Sol, sofre uma maior redução. Os resultados obtidos estão próximos dos encontrados por alguns autores em estudos com ovinos (CEZAR et al, 2003; SOUZA et al, 2006) e caprinos (SANTOS et al, 2004). Uribe-velásquez et al, (2001), encontrou situação de

estresse térmico em estudo realizado com cabras na região de Botucatu-SP no período da tarde. Já Kawabata (2003), encontrou valores médios de temperatura de globo negro de 32,68°C em abrigos para bovino coberto com telha de cimento amianto natural, em Pirassununga-SP.

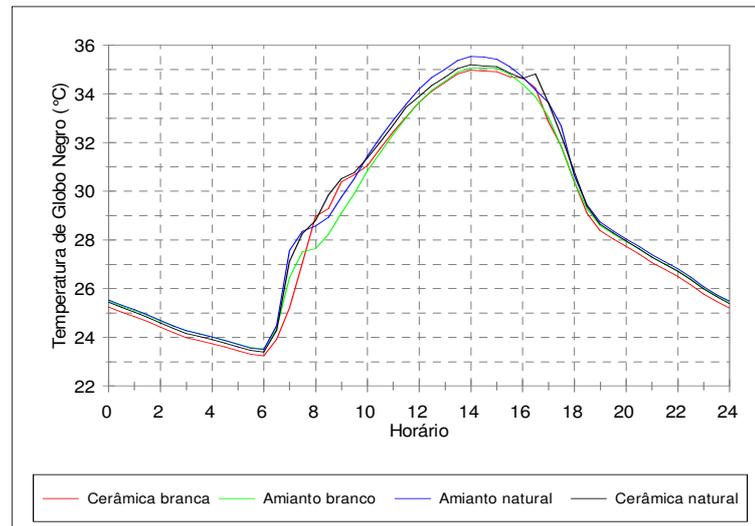


Figura 12. Evolução da temperatura média horária de globo negro ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010

4.2.4 RADIAÇÃO EMITIDA PELAS COBERTURAS

Na Figura 13 que apresenta a evolução média da radiação emitida pelas coberturas, pode-se observar que a radiação média emitida pela cobertura de amianto natural entre 07 e 15 horas foi a maior, atingindo 529,9 W.m⁻². Ou seja, um poder de emissão de radiação bastante elevado em comparação com as demais coberturas. Quando se compara a emissão de radiação média emitida da cobertura de amianto pintado de branco com a natural, observa-se que o telhado pintado foi mais eficiente em não absorver os raios solares, logo emitiu apenas 504,2 W.m⁻², o que mostra que a pintura branca efetuada na parte externa da cobertura de cimento amianto, promoveu significativa reflexão da radiação solar e conseqüente diminui a emissão de radiação térmica para dentro do abrigo.

Também na Figura 13, observa-se que a radiação máxima média emitida pela cobertura de cerâmica pintada de branco, não ultrapassou os 500 W.m⁻². No entanto,

na cobertura de cerâmica natural, a emissão atingiu $507,1 \text{ W.m}^{-2}$, mostrando que houve melhor desempenho térmico devido uso de pintura refletiva no telhado.

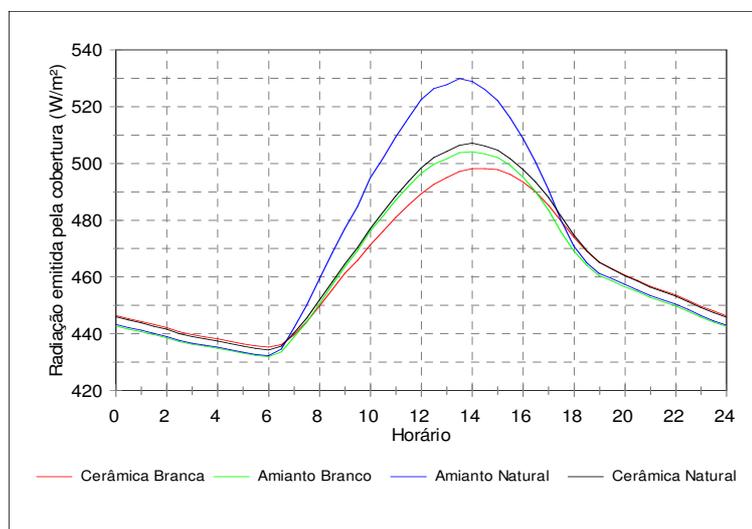


Figura 13. Evolução da média horária de radiação emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010.

4.2.5 SALDO DE RADIAÇÃO MÉDIO HORÁRIO

Na Figura 14, que mostra a evolução do saldo de radiação médio horário, observa-se que durante o período da manhã entre 8 e 9 horas, os ambientes cobertos com telha de cerâmica pintada de branco e cerâmica natural, registraram os maiores saldos de radiação, 54 W.m^{-2} e 50 W.m^{-2} . No entanto, esse saldo acentuado de radiação neste horário não é uma situação normal, isso somente ocorreu devido nessa época ainda não existir a cobertura central entre as duas instalações, o que fez com que durante o período da manhã, os raios solares atingissem os sensores de radiação destas duas coberturas e estes registrassem valores de radiação mais elevados. No entanto, analisando-se o comportamento do saldo de radiação na condição natural, ou seja, não considerando os picos registrados entre 8 e 9 horas, bem como, no intervalo que se inicia um pouco depois das 15h e vai até antes de 18h, que também sofreu o efeito da falta de cobertura central entre as duas instalações já comentado, observa-se que sob as coberturas de cerâmica natural e pintada de branco, assim como sob a cobertura de cimento

amianto pintado de branco, o saldo de radiação seguiu seu curso normal e foi bem menor do que aquele registrado sob a cobertura de cimento amianto natural. Ou seja, sob a cobertura com telha de amianto natural, o saldo de radiação foi bem maior, atingindo cerca de 64 W.m^{-2} entre 10 e 16 horas. Portanto, olhando-se as curvas da Figura 14, percebe-se que sob a cobertura com telha de cimento amianto natural, notadamente houve uma maior disponibilidade de radiação. Logo, comparando o saldo de radiação desta cobertura com aqueles registrados nas coberturas amianto branco, cerâmica natural e cerâmica pintada de branco, verifica-se que estas últimas coberturas foram mais eficientes em reduzir a disponibilidade de radiação aos animais. Esses resultados também mostram que quando se deseja aperfeiçoar a produtividade dos animais é muito importante se planejar a construção dos abrigos. Ou seja, o abrigo pode ser construído de forma que amenize os efeitos dos elementos climáticos sobre os animais.

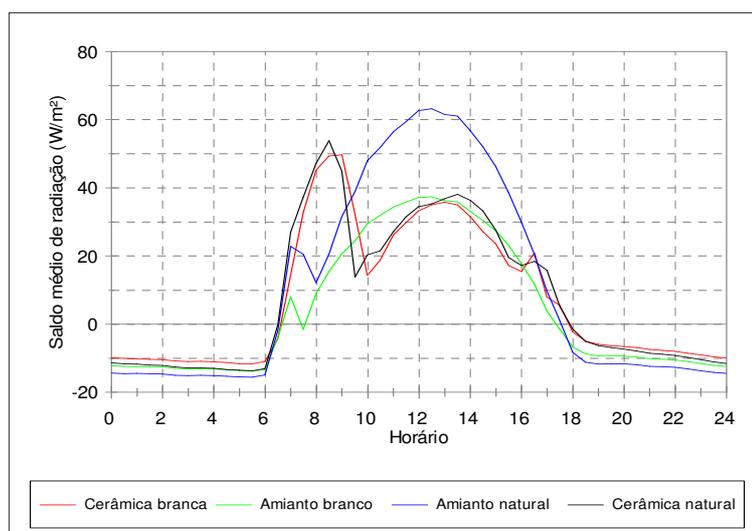


Figura 14. Evolução da média horária do saldo de radiação emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010

4.2.6 CARGA TÉRMICA RADIANTE

A evolução da carga térmica radiante média - (CTR), é apresentada na Figura 15. Verifica-se que no período entre 6 e 14 horas, a CTR variou de 438 W.m^{-2} a 510 W.m^{-2} , e que o abrigo coberto com telhado de amianto natural apresentou uma CTR

um pouquinho mais elevada. No período entre 14 e 15 horas, a CTR sob a cobertura com telhas de cimento amianto natural chegou a $513,8 \text{ W.m}^{-2}$, nas coberturas de cerâmicas brancas, amianto branco e cerâmico natural a CTR atingiu $511,1 \text{ W.m}^{-2}$; $510,7 \text{ W.m}^{-2}$ e $511,6 \text{ W.m}^{-2}$, respectivamente. Kawabata et al, (2003), encontraram para cobertura de cimento amianto, na região de Pirassununga - SP, no período da tarde, um valor médio de CTR de 509,24. Já Moraes et al, (1999), estudando o comportamento térmico da cobertura de cimento amianto em galpões avícola na região de Viçosa-MG, durante o verão, encontraram uma CTR de 504 W.m^{-2} .

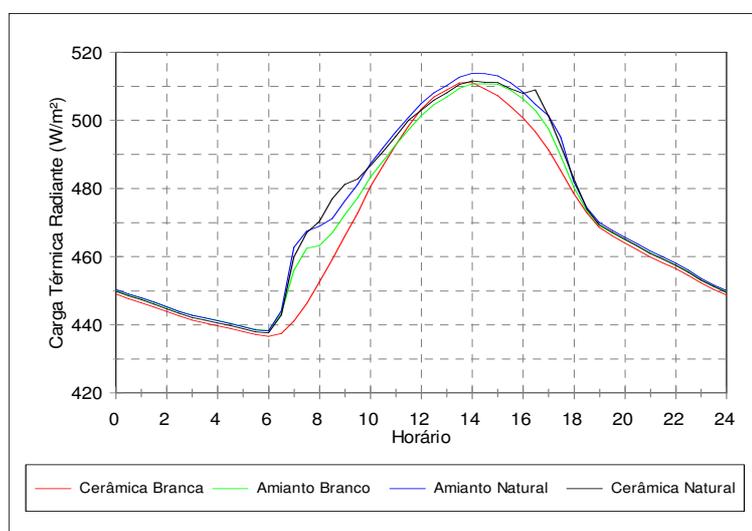


Figura 15. Evolução da média horária da carga térmica emitida pela superfície dos telhados ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010.

4.2.7 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE - ITU

Analisando-se as curvas do índice de temperatura e umidade - (ITU) médio horário dos ambientes de confinamento apresentados na Figura 16, observa-se que durante o período mais quente do dia, entre 12 e 14 horas, o ITU foi superior a 80,5 em todos os ambientes estudados. Porém, no abrigo com cobertura de amianto branco, após às 15 horas, este índice se manteve um pouco mais elevado do que nos demais abrigos. Isso pode ser atribuído à incidência de radiação neste abrigo após esse horário, já que o mesmo está localizado a oeste, e não tinha plantas para impedir que os raios solares chegassem a seu interior, fazendo-o aquecer mais que

os outros apriscos. Contudo, para todos os tratamentos, o ITU representou uma situação crítica de estresse térmico. Como este índice toma como base dados de temperatura e umidade relativa do ar; e todos os apriscos apresentaram temperatura do ar durante a tarde elevada, mesmo não havendo diferença de umidade entre os apriscos, a temperatura contribuiu para que o ITU tivesse valores elevados.

Fiorelli et al, (2009), avaliando a eficiência térmica de cobertura com telha reciclada à base de embalagens longa vida, encontraram para o horário das 14 horas ITU de 80,2 para cobertura com telha de cerâmica natural, 80,1 para a cobertura de cerâmica branca e 80,3 para cobertura de fibra de cimento, ou seja, valores bem próximos aos encontrados no presente estudo. Neiva et al, (2004), estudando o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos na região litorânea do Nordeste do Brasil, encontraram ITU de 82,3. No litoral, como a umidade do ar é elevada no litoral, ela exerce um efeito maior no ITU. Silva et al, (2010), estudando a adaptabilidade de ovinos Santa Inês ao clima amazônico, encontraram para aprisco coberto com telha de cimento amianto ITU de 84,95. Assim como no litoral, também na Amazônia a umidade do ar é bastante elevada, logo como a temperatura do ar também é elevada, ambos contribuem para o ITU ser acentuado.

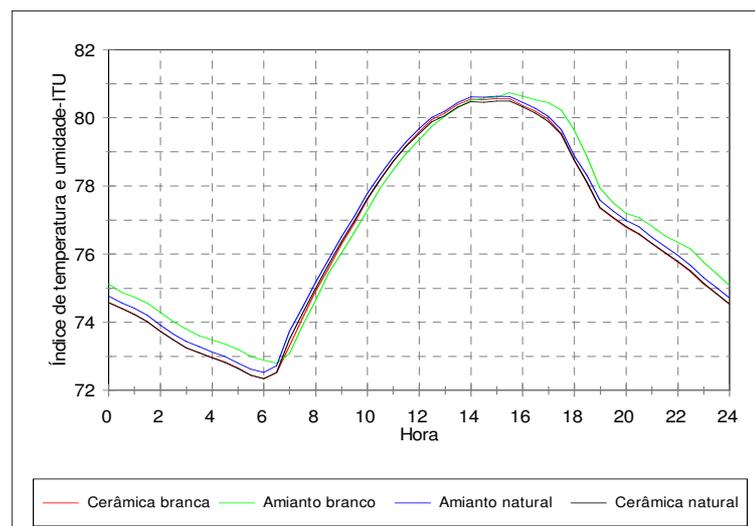


Figura 16. Evolução da média horária do índice de temperatura e umidade-ITU dos ambientes de confinamento ao longo do período 14/02/2010 a 31/05/2010.

4.2.8 ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO PARA OVINO - TCI

Na Figura 17 são apresentadas as curvas do Índice de Conforto Térmico para Ovinos - (TCI), o qual foi desenvolvido especificamente visando à classificação para criação de ovinos, tomando como base dados de temperatura do ar, temperatura de globo negro e velocidade do vento. Analisando-se as curvas da Figura 17, observa-se que o TCI no período entre 14 e 15 horas foi elevado em todos os ambientes, porém, um pouco mais elevado sob a cobertura com telha de amianto natural, chegando a 41,1. No entanto, o TCI não apresentou diferença entre as coberturas. Vale ressaltar que este índice tem por finalidade refletir as condições térmicas do ambiente. Ortêncio et al, (2001), no Noroeste do estado do Paraná, encontraram TCI de 38,9 na estação quente em ambiente sombreado.

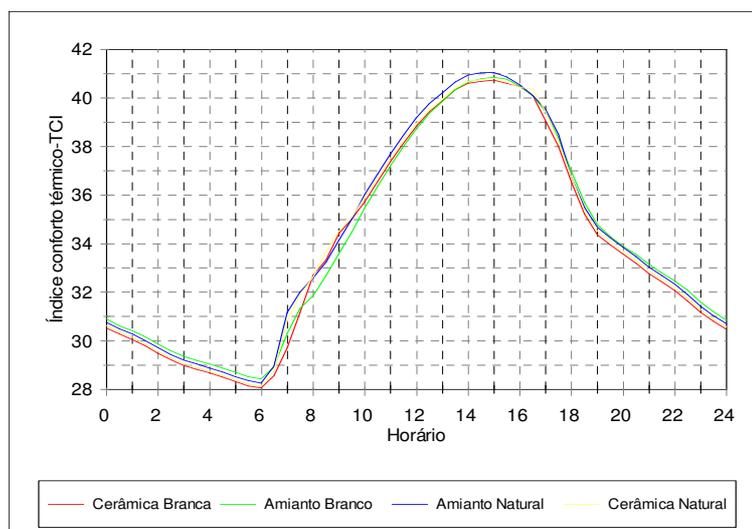


Figura 17. Evolução da média horária do índice de conforto térmico para ovinos - TCI dos ambientes de confinamento ao longo do período experimental de 14/02/2010 a 31/05/2010.

Na Tabela 4 são apresentados os dados obtidos de temperatura da pele - (TP) e frequência respiratória - (FR) dos animais confinados no período da manhã e da tarde. Nota-se que no período da manhã, não houve diferença significativa da

temperatura da pele dos ovinos entre as coberturas. No entanto, no período da tarde, verifica-se que no abrigo situado sob a cobertura com telha de cimento amianto natural, os animais apresentaram as maiores médias de temperatura da pele. Comparando-se a temperatura dos dois períodos (manhã e tarde), verifica-se que apenas o abrigo sob a cobertura de cimento amianto natural apresentou diferença significativa entre os turnos.

Quanto à frequência respiratória, houve diferença significativa entre as coberturas com relação aos horários de estudo. No abrigo coberto com telhas de amianto natural, os animais apresentaram as maiores taxas de frequência respiratória, tanto no período da tarde, como no período da manhã, chegando a 74,90 mov./min. no período da tarde, o que caracteriza um estresse médio-alto. Hales e Brown (1974) citado por Silanikove (2000), reportam que a taxa de respiração basal da espécie ovina é cerca de 25 a 30 movimentos/minuto (mov./min.), podendo subir, a 300 mov./min. em ovinos estressados. A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor. Uma frequência de 40 a 60 mov./min. caracteriza um estresse baixo; 60 a 80 mov./min. médio-alto; 80 a 120 mov./min. alto para os ruminantes sendo que, para ovinos acima de 200 mov./min., o estresse é classificado como severo. Diante do exposto, pode-se afirmar que em todos os ambientes estudados, no período da tarde houve estresse considerado entre médio a alto. Porém, no abrigo coberto com telhas de amianto natural, a taxa FR chegou a 74,90 mov./min., o que pode ser considerado como estresse médio-alto.

Nota-se ainda que no aprisco coberto com telha de cerâmica branca, no turno da tarde, a taxa de FR foi maior, comparado aos abrigos cobertos com telhas de cerâmica natural e o amianto branco. Esse fato está associado à incidência de raios solares no interior do abrigo durante o período da tarde, conforme já foi mencionado anteriormente e como mostra a Figura 18. Ou seja, esse fato aparentemente simples e geralmente não levado em consideração, foi o que contribuiu para que os animais tivessem aumento da FR, uma forma de buscar dissipar de maneira mais eficaz o aumento térmico sofrido.

Os resultados indicam que o período da tarde apresentou valores de TA, T_{gn}, ITU e TCI estão fora da zona de conforto térmico, caracterizando uma situação de

desconforto para os animais, o que contribuiu para aumentar a FR, a qual ficou acima da normal descrita para a espécie. Quando ocorre uma elevação acentuada na temperatura ambiente, os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma da atividade respiratória.

Tabela 4 - Médias de temperatura da superfície da pele (TP) em °C e frequência respiratória (FR) (min.) nos horários de 06:00 da manhã e 15:00 da tarde.

TRATAMENTOS	TP		FR	
	06hs	15hs	06hs	15hs
Cerâmica branca	30,20 a	36,80 ab	29,68 a	64,27 ab
Amianto branco	30,26 a	36,54 a	29,45 a	60,81 a
Amianto natural	29,40 a	37,48 b	34,72 b	74,90 b
Cerâmica natural	30,12 a	36,68 a	29,86 a	61,50 a
CV%	2,33	1,03	7,38	8,22

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada parâmetro avaliado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 18. Aprisco coberto com telha de cerâmica pintada de branco, no período da

tarde.

5. CONCLUSÕES

Tomando como base os resultados obtidos nas duas etapas experimentais conclui-se que:

- 1) Os resultados obtidos na primeira etapa experimental desta pesquisa indicam que, principalmente no turno da tarde, os animais independentemente de cor de sua pelagem e da raça, devido às condições climáticas adversas, forte incidência de radiação solar e altas temperaturas foram submetidos a uma condição de estresse calórico elevado;
- 2) Os índices de conforto térmico ITGU e o TCI foram mais precisos do que o ITU na avaliação do estresse pelo calor, e os animais de pêlo branco mostraram maior tolerância ao calor;
- 3) Os resultados obtidos na segunda etapa experimental, também mostraram que em relação ao conforto térmico no interior dos abrigos, tanto a temperatura das coberturas como a radiação emitida pela superfície delas, foram mais acentuados nas coberturas não pintadas de branco, logo considerando que o custo da pintura é simples e barato, recomenda-se o uso deste processo na região;
- 4) A temperatura do ar, a temperatura de globo negro, o ITU e o TCI apresentaram valores considerados fora da zona de conforto térmico, caracterizando uma situação de desconforto para os animais em todos os tratamentos, durante o período da tarde;
- 5) Os resultados obtidos mostram que o processo de pintura das telhas de cerâmica e de cimento amianto de branco, contribuiu para amenizar o aquecimento das

respectivas coberturas e foi importante para diminuir a temperatura das mesmas, amenizando o desconforto térmico;

6) A frequência respiratória foi o parâmetro mais sensível no diagnóstico do estresse causado pelo ambiente nos animais;

7) Considerando que a cobertura de cimento amianto natural foi que apresentou o maior efeito negativo no conforto térmico animal, recomenda-se que esse tipo de cobertura não seja usado em locais com alta incidência de radiação solar como é o caso da região semiárida do Nordeste, e em especial o Norte da Bahia onde esta pesquisa foi realizada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Revista Brasileira de Medicina, veterinária e Zootécnica**, v.59 n.4, p.1014-1020, 2007.

ARIAS, R. A.; MADER, T. L.; ESCOBAR, P. C. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. **Arch. Medicina Veterinária**. v. 40, p. 7-22, 2008.

AZEVEDO, M.; PIRES, A. F. M.; SATURNINO, H. M.; LANAN, A. Q. M.; SAMPAIO, I. M. B.; MONTEIRO, J. N. B.; MORATO, L. E. Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BARBOSA, R. O.; MACEDO, F. A. F. de; GROES, R. V.; GUEDES, J. M. F. Zoneamento Bioclimático da Ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 nº 2, p. 454-460, 2001.

BRASIL, A. L. H.; WECHESLER, S. F.; JÚNIOR, B. F.; GONÇALVES, C. H.; BONASSI, A. I. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 ,nº.6, 2000.

BRIDI, A. M. Instalações e Ambiente em Produção Animal. Revisão de Literatura. Disponível em: <www.reabrasileirado.com.br>. Acessado em: 20/09/2010.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G. H. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; FILHO, E. P. C.; TAVARES, G. P.; MEDEIROS, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnica**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.

DOMINGUES, O. Elementos de Zootecnia Tropical. São Paulo, Nobel, 144p.

EVEGNANI, K. B. ; FILHO, H. G. F.; SILVA, I. J. O. S. Comparação de vários

materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Ciência e Agrotecnica**. p. 1-7, v 51, 1994.

FAÇANHA, D. A. E.; SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; GUILHERMINO, M. M.; VASCONCELHOS, A. M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39 n^o.4, 2010.

FIORELLI, J.; MORCELI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13 n^o.2, 2009.

FURTADO, G. D. e FILHO, U. L. A. Influência da temperatura ambiente na reprodução animal - Breve Revisão de Literatura - Dep. de Aprendizagem Rural, Natal-RN. Disponível em: <www.daneprairie.com> Acesso em: 10/07/2009.

GUIMARÃES, V. P. Curva de lactação, efeitos ambientais e genéticos sobre o desempenho produtivo de cabras leiteiras. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia, Viçosa, 2004, xiv, 87f.: il., 29cm.

IBGE - Efetivo de rebanho e produção brasileiro. Ano 2006. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em: 2010.

LEITÃO, M. M. V. B. R.; MOURA, M. S. B. de; SALDANHA, T. R. F. C.; SOBRINHO, J. E.; OLIVEIRA, G. M. de. Balanço de radiação sobre um solo descoberto para quatro períodos do ano. **Revista de Ciência e Tecnologia**. v 5, p.59-66, 2000.

KAWABATA, Y C.; CASTRO, C. R.; JÚNIOR, S. H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**. v. 25 n^o3, 2005.

FUQUAY, W. J. Heat Stress as it Affects Animal Production. **Journal of Animal Science**, v. 52, p.164-174. 1981.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Elaboração da Unidade de Avaliações Econômicas e de Mercado – INDI. Ano 2008. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acessado em: 2010.

MEDEIROS e VIEIRA. Bioclimatologia Animal, Revisão de Literatura. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <www.google.com.br>. Acessado em: 2010.

MOURA, A. C. B. Desempenho reprodutivo de ovelhas Santa Inês criadas no Nordeste Paraense. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2009.

McDOWELL, R. E. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza: **Editorial Acribia**, p. 692, 1975.

MORAES, P. R. S.; TINÔCO, F. F. I.; BAÊTA, C. F.; CECON, R. P. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, nº 1, p. 89-92, 1999.

MATARAZZO, S. V. Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vaca em lactação., Tese(doutrado). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2004.

NAVARINI, F. C. 2; KLOSOWSKI E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 29, nº 4, p. 508-517, 2009.

NEIVA M. N. J.; TURCO, S. N. H.; OLIVEIRA, S. P. M.; MOURA, A. N. A. A. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, nº 3, p. 668-678, 2004.

NEVES, M. L. M. W. Índices de conforto térmico para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área: Produção Animal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia. p. 77, 2008.

OLIVEIRA, M. M. F.; DANTAS, T. R.; FURTADO, A. D.; NASCIMENTO J. W. B.; MEDEIROS, A. N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9 nº. 4, 2006.

ORTÊNCIO, F. H.; BARBOSA, R. O.; SAKAGUTI, E. S.; ONORATO, M. W.; MACEDO, F. A. F. Efeito da sombra natural e da tosquia no comportamento de ovelhas das raças Texel e Hampshire Down, ao longo do período diurno, no Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, nº 4, p. 981-993, 2001.

PERISSINOTTO M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, nº 2, 2005.

PEREIRA, Antônio Roberto. Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas. **Guaíba**: Agropecuária, p. 478, 2002.

PEREIRA, C. L. Monitoramento eletrônico do conforto térmico em abrigos individuais para bezerros com coberturas alternativas. **Revista ensaios e Ciência**, v. 5 nº 5 p. 73-76, 2007.

POCAY, P. L. B.; STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G. Respostas fisiológicas de vacas holandesas predominantemente brancas e predominantemente negras sob radiação solar direta. **Revista Brasileira de Veterinária**, v. 17, nº 2, p.155-161, 2001

RIBEIRO, N. FURTADO, A. D., MEDEIROS, N. A., RIBEIRO, N. M., SILVA, B. C. R., SOUZA, S. M. C. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.28, nº.4, 2008.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; H. T. S. NASCIMENTO, F. S. C.; MURATORI, M. C. S.; LOPES, J. B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, nº.5, 2009.

QUESADA, M. e COUTO, F. A. A. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 nº.3, 2001.

SAMPAIO, P. A. C.; CRISTANI, J.; DUBIELA, A. J.; BOFF, E. C.; OLIVEIRA, A. M. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, nº 3, p. 785-790, 2004.

SANTOS, B. C. F.; SOUZA, B. B.; ALFARO, P. E. C.; CEZAR, F. M.; FILHO, P. C. E.; COSTA, A. A. A.; SANTOS, S. R. J. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. **Ciência Agrotecnica**, v. 29, nº 1, p. 142-149, 2004.

SARMENTO, V. G. L.; DANTAS, T. R.; FURTADO, A. D.; NASCIMENTO, B. W. J.; SILVA, V. H. J. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v. 26, nº 2, p.117-122, 2005.

SILVA, E. M. N. - Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido Paraibano. **Ciência Agrotecnica**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006.

SILVA, ROBERTO GOMES DA. Introdução à Bioclimatologia, São Paulo: **Nobel**, 2000, v. 1, p. 283.

SILVA, P. É. C. T.; CRUZ, P. R. F.; SANTOS, R. L. Avaliação da adaptabilidade de ovinos Santa Inês ao clima amazônico. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 11, nº 3, p. 1695-7504, 2010.

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

SOUZA, F. C.; TINOCO, I. F. F.; BAÊTA, C. F.; FERREIRA, M. P. W.; SILVA, S. R. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência Agrotecnica**, v. 26, nº 1, p.157-164, 2002.

SOUZA, B. B. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça síndi no Semiárido Paraibano. **Ciência Agrotecnica**, v. 31 nº.3. 2007.

STARLING, C. M. J.; SILVA, G. R.; NEGRÃO, A. J.; MAIA, C. S. A.; BUENO, R. A. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, nº 6, p. 2064-2073, 2005.

TEIXEIRA, M. Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. Depto. de Zootecnia, p. 62, 2000.

VERÍSSIMO, C. J.; TITTO, C. G.; KATIKI, L. M.; BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; MOURÃO, G. B.; OTSUK, I.; PEREIRA, A. M. F.; NOGUEIRA F.; MACHADO, C. J.; TITTO, E. A. L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, nº 1, p.159-167, 2009.

URIBE-VELÁSQUEZ F. L.; OBA, E.; BRASIL, A. H. L.; SOUZA, N. F.; WECHSLER, S. F. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça pardo alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, nº.2, 2001.