



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

**CONFORTO TÉRMICO DE INSTALAÇÕES COM DIFERENTES FORROS E SEUS  
EFEITOS NO DESEMPENHO DE REPRODUTORES OVINOS**

Luana de Fátima Damasceno dos Santos

Campina Grande

2016

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

**Conforto térmico de instalações com diferentes forros sobre desempenho de  
reprodutores ovinos**

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

Luana de Fátima Damasceno dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

Campina Grande

2016

**Conforto térmico de instalações com diferentes forros sobre desempenho de  
reprodutores ovinos**

LUANA DE FÁTIMA DAMASCENO DOS SANTOS

Tese apresentada em: 18 de Agosto de 2016

---

Orientador Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

---

Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto

---

Prof. Dr. Alexandre José Alves

---

Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento

---

Prof. Dr. Patricio Marques de Souza

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E NOMECLATURAS	xi
RESUMO	01
ABSTRACT	02
INTRODUÇÃO	03
OBJETIVO	05
<i>Geral</i>	05
<i>Específicos</i>	05
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	07
<i>O perfil da ovinocultura no Nordeste</i>	07
<i>Caracterização climática do semiárido</i>	08
<i>Índice de conforto térmico</i>	09
<i>Estresse térmico e seus efeitos sobre a produção animal</i>	10
<i>Sombra proporcionada pelas coberturas</i>	12
<i>Utilização de forro de cobertura como barreira física</i>	13
<i>Forros térmicos de cobertura a base de materiais alternativos</i>	15
<i>Utilização de forros de cobertura nas instalações rurais</i>	17
<i>Respostas fisiológicas e comportamentais</i>	19
<i>Circunferência escrotal</i>	22
<i>Característica seminal de ovinos nativos</i>	23
<i>Efeito do estresse térmico sobre os parâmetros reprodutivos</i>	26
<i>Parâmetros bioquímicos sanguíneos de ovinos</i>	28
MATERIAL E MÉTODOS	32
<i>Caracterização do local experimental</i>	32
<i>Animais e manejos empregados</i>	32
<i>Tratamentos avaliados</i>	33
<i>Caracterização da área experimental e confecção das placas térmicas</i>	33
<i>Coleta das variáveis climáticas</i>	37
<i>Temperaturas superficiais da cobertura</i>	40
<i>Indicadores fisiológicos</i>	41

<i>Indicadores reprodutivos</i>	42
<i>Características biométricas testiculares dos ovinos utilizados</i>	42
<i>Coletas de sêmen</i>	43
<i>Análises físicas do sêmen</i>	44
<i>Característica física do ejaculado</i>	44
<i>Parâmetros sanguíneos</i>	45
<i>Avaliação comportamental</i>	46
<i>Desempenho semanal</i>	46
<i>Análises estatísticas</i>	46
RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
APÊNDICES	110

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Figura 1. Esquema de radiação solar sobre o telhado na forma direta e difusa	12
Figura 2.	Esquema de energia radiante incidente num corpo e suas parcelas de radiação refletida, absorvida e transmitida	14
Figura 3.	Esquema na troca de calor de um telhado com o forro	15
Figura 4.	Embalagem longa vida. (1) Polietileno, proteção contra a umidade exterior; (2) papel, estabilidade e resistência; (3) polietileno, camada de aderência; (4) folha de alumínio, barreira contra oxigênio, aroma e luz; (5) polietileno, camada de aderência; (6) polietileno, proteção para o produto. Fonte: Silva (2013b)	16
Figura 5.	Distribuição dos tratamentos dentro da instalação	34
Figura 6.	Embalagens longa vida limpas e cortadas para confecção da placa térmica. Fonte: Acervo pessoal	35
Figura 7.	Base de madeira com tela de arame galvanizado para fixação das embalagens longa vida. Fonte: Acervo pessoal	35
Figura 8.	Laboratório de solos e misturas asfálticas e convencionais da UFCG. Fonte: Acervo pessoal	35
Figura 9.	Material utilizado para confecção das placas de E.V.A. Fonte (Costa, 2015)	36
Figura 10.	Base de ripas e tela de arame galvanizado para armação do forro térmico a base e E.V.A. Fonte: Acervo pessoal	36
Figura 11.	Sistema de aquisição de dados e placa multiplexadora com cabos de termometria (azul)	37
Figura 12.	Disposição dos sensores para aferição da $T_{bs}$ (nas diferentes alturas), $T_{bu}$ e $T_{gn}$ dos piquetes de avaliação	38
Figura 13.	Pontos para aferição da temperatura superficial (face externa). Fonte: Acervo pessoal	41
Figura 14.	Pontos de aferição da temperatura testicular (cabeça, meio e cauda). Fonte: Google imagens	42
Figura 15.	Quadrantes da câmera de Neubauer que foram utilizados para a contagem dos espermatozoides	44

Figura 16A.	Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação com forro de cobertura a base de E.V.A	49
Figura 16B.	Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação com forro de cobertura a base de embalagem longa vida	50
Figura 16C.	Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação sem forro de cobertura	50
Figura 17.	Gradiente térmico ( $^{\circ}\text{C}$ ) existente entre o interior do bolsão de ar ( $T_{bs1}$ ) e 20cm após o forro ( $T_{bs2}$ ) no decorrer das 24 horas de avaliação	55
Figura 18.	Gradiente térmico ( $^{\circ}\text{C}$ ) existente a partir da diferença da temperatura após o forro ( $T_{bs2}$ ) e a altura correspondente ao centro de massa dos animais ( $T_{bs3}$ ) no decorrer das 24 horas de avaliação	56
Figura 19.	Gradiente térmico ( $^{\circ}\text{C}$ ) existente a partir da diferença de temperatura do interior do bolsão de ar e na altura correspondente ao centro de massa dos animais nos diferentes tratamentos analisados dentro do período de 24 horas de avaliação	57
Figura 20.	Carga térmica de radiação (CTR, em $\text{W}/\text{m}^2$ ) nos diferentes tratamentos avaliados em função dos horários	57
Figura 21	Temperatura superficial por infravermelho da cobertura na face interna dos diferentes tratamentos nos horários de avaliação	63
Figura 22A.	Imagens térmicas da face inferior das instalações a base do forro E.V.A. nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00	64
Figura 22B.	Imagens térmicas da face inferior das instalações com telha de fibrocimento sem forro térmico nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00	64
Figura 22C.	Imagens térmicas da face inferior das instalações com forro térmico a base de embalagem longa vida nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00	64
Figura 23.	Indicadores fisiológicos de ovinos Santa Inês quanto à temperatura retal (TR, $^{\circ}\text{C}$ ), frequência respiratória (FR, $\text{mov. min}^{-1}$ ) e cardíaca	70

- (FC, bat.  $\text{min}^{-1}$ ) nos horários de avaliação (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)
- Figura 24. Temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ ) do pelame e pele (A) e testicular (B) dos ovinos nos diferentes horários de avaliação (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00) 72
- Figura 25A. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações com forro de cobertura a base de E.V.A. nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00) 74
- Figura 25B. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações sem forro de cobertura nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00) 74
- Figura 25C. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações com forro de cobertura a base de embalagem longa vida nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00) 74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Dados climatológicos médios do município de Cabaceiras/PB	32
Tabela 2.	Valores de correção aplicados aos dados de temperatura registrada nos termopares	38
Tabela 3.	Amplitude térmica existente para a divisão dos turnos de avaliação	47
Tabela 4.	Dados médios de velocidade do vento (em, m/s) obtidas nos diferentes horários	47
Tabela 5.	Média dos dados climáticos durante 24h de avaliação entre os tratamentos	48
Tabela 6.	Resumo da análise de variância referente ao efeito dos tratamentos, turnos e disposição dos sensores nas instalações sob temperatura do ar (°C)	51
Tabela 7.	Médias dos dados de temperatura do ar (em °C) obtidos pelos diferentes sensores de bulbo seco ( $T_{bs1}$ , $T_{bs2}$ e $T_{bs3}$ ) dentro dos tratamentos (E.V.A., LV e Sem forro) nos distintos turnos avaliados (manhã e tarde)	52
Tabela 8.	Resumo da análise de variância correspondente ao efeito dos tratamentos e turnos de avaliação sob o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU)	59
Tabela 9.	Médias obtidas do índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU) em função dos tratamentos (E.V.A., longa vida e sem forro) e turnos (manhã e tarde) durante o período experimental	59
Tabela 10.	Resumo da análise de variância referente ao efeito dos tratamentos (sem forro, EVA, LV) e aos horários de observação (10h00, 12h00, 14h00 e 16h00) sobre a temperatura superficial da cobertura ( $T_{sup}$ )	61
Tabela 11.	Média da temperatura superficial em função dos horários e tratamentos analisados	62
Tabela 12.	Média dos índices fisiológicos de ovinos submetidos às diferentes instalações providas e desprovidas de forro de cobertura	65
Tabela 13.	Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e respectivos níveis de significância para o teste de $H_0$ : correlação = 0	76
Tabela 14.	Médias do gradiente térmico (TRTS) entre a temperatura retal (TR) e	78

temperatura superficial (TS) e do gradiente (TSTA) entre a temperatura superficial e temperatura ambiente (TA) de ovinos Santa Inês nos diferentes horários de avaliação

Tabela 15.	Resumo do quadro de análise de variância referente ao efeito dos tratamentos sobre o consumo de água (l/dia) dos animais	80
Tabela 16.	Consumo médio de água (litros) dos animais em função dos tratamentos analisados	80
Tabela 17.	Resumo da análise de variância quanto ao efeito dos tratamentos sobre o consumo médio da dieta (MS/kg/animal/dia)	81
Tabela 18.	Média do ofertado, sobras e consumo da dieta (volumoso e concentrado, em kg, com base na MS) dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos	82
Tabela 19.	Média do peso inicial (PI), peso final (PF), média de peso vivo (MP), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso por período (GPP) dos ovinos mantidos nos tratamentos testados	83
Tabela 20.	Médias dos dados comportamentais em minutos quanto a ócio em pé (OP), ócio deitado (OD), ruminando em pé (RUMP), ruminando deitado (RUMD) e alimentando (ALI) dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos	84
Tabela 21.	Média das características biométricas testiculares dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados	86
Tabela 22.	Resumo da análise de variância quanto à razão largura: comprimento testicular dos ovinos submetidos às diferentes instalações	87
Tabela 23.	Médias da razão entre a largura e o comprimento testicular dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados	87
Tabela 24.	Média da concentração espermática dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados (sem forro, LV e E.V.A.)	88
Tabela 25.	Média dos indicadores bioquímicos dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos (Sem forro, LV e E.V.A.) e dias de coleta (dia 1, dia 30 e dia 60)	91
Tabela 26.	Valores médios da interação entre os tratamentos testados e os dias de coleta sobre os indicadores bioquímicos do sangue de ovinos machos	93

## LISTA DE ABREVIATURAS E NOMECLATURAS

FC	Telha de fibrocimento
E.V.A.	Etileno Acetato de Vinila
LV	Embalagem longa vida
sptz	Espermatozóide
ITGU	Índice de temperatura globo negro e umidade
ITU	Índice de temperatura e umidade
CTR	Carga térmica de radiação
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
°C	Grau Celsius
ZCT	Zona de conforto térmico
TCS	Temperatura crítica superior
CRH	Hormônio liberador de corticotropina
ACTH	Adrenocorticotropina
SNC	Sistema nervoso central
ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
CE	Circunferência escrotal
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
NRC	National reseach council
LSMC	Laboratório de solos e misturas asfálticas e convencionais
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
TPo	Temperatura de ponto de orvalho
Tgn	Temperatura de globo negro
Tbs	Temperatura de bulbo úmido
Tbu	Temperatura de bulbo seco
v	Velocidade do vento
Ta	Temperatura ambiente
TR	Temperatura retal
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
TSpe	Temperatura superficial do pelame
TSpl	Temperatura superficial da pele
TRM	Temperatura média radiante
VT	Volume do testículo
GMD	Ganho médio diário
PI	Peso inicial
PF	Peso final
MP	Média de peso vivo
GPP	Ganho de peso por período
TD	Testículo direito
TE	Testículo esquerdo
TS	Temperatura superficial do testículo
Tsup	Temperatura superficial da cobertura
FV	Fonte de variação
GL	Grau de liberdade
OP	Ócio em pé
OD	Ócio deitado
RUMP	Ruminando em pé

RUMD	Ruminando deitado
ALI	Alimentado
ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
GGT	Gama glutamil transferase
PT	Proteína total

**RESUMO:** objetivou-se avaliar o conforto térmico das instalações com diferentes forros sobre desempenho de reprodutores ovinos. Foi desenvolvido no município de Cabaceiras/PB, utilizando-se uma instalação dividida para atender os tratamentos: telha de fibrocimento (FC) sem forro, telha FC + forro embalagem longa vida (LV) e telha FC + forro E.V.A. Foram utilizados 24 ovinos Santa Inês (4 animais/piquete). A caracterização climática deu-se pela temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ), em diferentes alturas), bulbo úmido ( $T_{bu}$ ), globo negro ( $T_{gn}$ ), cálculo do índice de temperatura e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). Os parâmetros fisiológicos foram obtidos semanalmente através da frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC), temperatura retal (TR), pelame ( $P_{la}$ ), pele ( $P_{el}$ ) e testicular ( $T_{tes}$ ). Dados de desempenho foram analisados por meio do peso inicial (PI), final (PF), média do peso vivo (MP), ganho de peso por período (GPP) e ganho de peso diário (GPD). Quinzenalmente foram realizadas a coleta seminal (concentração espermática) e comportamento ingestivo (ócio em pé – OP; ócio deitado – OD; ruminando em pé – RUMP; ruminando deitado – RUMD; alimentando-se – ALIM). Foram dosados através do sangue a alanina aminotransferase (ALT), asparato aminotransferase (AST), albumina, gama glutamil transferase (GGT), creatina, cálcio, ácido úrico, glicose, colesterol, triglicérides, proteínas totais (PT) e uréia. As instalações sem forro proporcionaram elevação da TR, FR e  $T_{tes}$  na faixa de 39,2 °C, 58,2 mov min<sup>-1</sup> e 34 °C, respectivamente; repercutindo na menor concentração espermática ( $2,8 \times 10^8$  sptz/mL). O comportamento ingestivo apresentou maior OD (395,9 min. dia<sup>-1</sup>) para animais submetidos à instalação sem forro e RUMP (96,5 min. dia<sup>-1</sup>) nas instalações E.V.A. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e uréia (55,07 mg/dL) dentre os tratamentos e coleta. A ALT, AST, cálcio, glicose, triglicérides e proteínas totais, houve efeito da interação ( $p < 0,05$ ) entre tratamento e coleta. A instalação com utilização de forro a base de E.V.A. refletiu nas menores modificações fisiológicas dos animais para manutenção do equilíbrio térmico.

**Palavras-chave:** energia térmica, mecanismos termorregulatórios, rusticidade, qualidade seminal, zona de conforto térmico

**ABSTRACT:** objetivou-se avaliar o conforto térmico das instalações com diferentes forros sobre desempenho de reprodutores ovinos. Foi desenvolvido no município de Cabaceiras/PB, utilizando-se uma instalação dividida para atender os tratamentos: telha de fibrocimento (FC) sem forro, telha FC + forro embalagem longa vida (LV) e telha FC + forro E.V.A. Foram utilizados 24 ovinos Santa Inês (4 animais/piquete). A caracterização climática deu-se pela temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ), em diferentes alturas), bulbo úmido ( $T_{bu}$ ), globo negro ( $T_{gn}$ ), cálculo do índice de temperatura e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). Os parâmetros fisiológicos foram obtidos semanalmente através da frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC), temperatura retal (TR), pelame ( $P_{la}$ ), pele ( $P_{el}$ ) e testicular ( $T_{tes}$ ). Dados de desempenho foram analisados por meio do peso inicial (PI), final (PF), média do peso vivo (MP), ganho de peso por período (GPP) e ganho de peso diário (GPD). Quinzenalmente foram realizadas a coleta seminal (concentração espermática) e comportamento ingestivo (ócio em pé – OP; ócio deitado – OD; ruminando em pé – RUMP; ruminando deitado – RUMD; alimentando-se – ALIM). Foram dosados através do sangue a alanina aminotransferase (ALT), asparato aminotransferase (AST), albumina, gama glutamil transferase (GGT), creatina, cálcio, ácido úrico, glicose, colesterol, triglicerídeos, proteínas totais (PT) e uréia. As instalações sem forro proporcionaram elevação da TR, FR e  $T_{tes}$  na faixa de 39,2 °C, 58,2 mov min<sup>-1</sup> e 34 °C, respectivamente; repercutindo na menor concentração espermática ( $2,8 \times 10^8$  sptz/mL). O comportamento ingestivo apresentou maior OD (395,9 min. dia<sup>-1</sup>) para animais submetidos à instalação sem forro e RUMP (96,5 min. dia<sup>-1</sup>) nas instalações E.V.A. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e uréia (55,07 mg/dL) dentre os tratamentos e coleta. A ALT, AST, cálcio, glicose, triglicerídeos e proteínas totais, houve efeito da interação ( $p < 0,05$ ) entre tratamento e coleta. A instalação com utilização de forro a base de E.V.A. refletiu nas menores modificações fisiológicas dos animais para manutenção do equilíbrio térmico.

**Key-words:** energia térmica, mecanismos termorregulatórios, rusticidade, qualidade seminal, zona de conforto térmico

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma importante atividade econômica para diversas regiões do Brasil, principalmente para o Nordeste, participando do desenvolvimento agropecuário com geração de empregos e renda, principalmente na comercialização de seus produtos e subprodutos. Para possibilitar o aumento da produção e da produtividade faz-se necessária a utilização de programas eficientes e práticos para multiplicação do rebanho com mérito genético. Os inúmeros segmentos da área de produção animal buscam encontrar, por intermédio das biotecnologias da reprodução, o aumento do número de animais de elevada qualidade produtiva.

Para melhor lucratividade do sistema de produção, em função das condições climáticas na região semiárida brasileira, torna-se fundamental a utilização de espécies e raças adaptadas a tais condições. Para isto, cuidados devem ser tomados, sendo um deles a escolha da raça, na qual deve ser fundamentada na adaptabilidade. Ovinos da raça Santa Inês entram como destaque por apresentarem características anatômicas e fisiológicas compatíveis com as condições ambientais da região semiárida.

Por ser o estresse térmico um dos principais fatores responsáveis pela limitação do desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, torna-se de interesse científico os estudos voltados à adaptabilidade, conforto térmico proporcionado pelas instalações e bem estar de animais de produção, uma vez que os mecanismos termorregulatórios bem como os parâmetros bioquímicos do sangue e quanti-qualitativos do sêmen e termorregulação testicular são facilmente afetados pelas condições climáticas da região semiárida.

Quando o estresse térmico torna-se crônico, a ativação de mecanismos termorregulatórios bem como a diminuição da motilidade e o aumento de percentagem de espermatozoides anormais são os fatores mais observados (Coelho et al., 2008), e problemas futuros como baixo índice reprodutivo podem ser desencadeados. Porém, se as condições climáticas permanecerem dentro de um limite compatível com os mecanismos termorregulatórios, o efeito dessa variação será pouco manifestada sob a fertilidade do macho.

Dentro desse aspecto, o telhado é o principal elemento que auxilia na proteção da radiação solar incidente direta, e fornece condições de conforto térmico no interior das instalações. É importante a utilização de materiais que minimizem o fluxo de calor do telhado para o ambiente interno, proporcionando melhores condições de conforto térmico. A utilização de forro entra como estratégia para minimização do fluxo de energia térmica

do telhado para o ambiente interno, por agir como uma segunda barreira física, a qual permitirá a formação da camada de ar móvel junto à cobertura, auxiliando na diminuição da transferência de calor (Silva, 2013a).

A utilização de materiais alternativos na construção civil visa proporcionar vários aspectos positivos, dentre eles, a reutilização de resíduos (industriais e/ou domésticos) para confecção de materiais que podem ser implantados em instalações, sejam de aspecto civil ou rural, possibilitando nesse aspecto, a diminuição de resíduos gerados e a aplicação destes como vários elementos, dentre eles, forros térmicos que podem ser empregados nas cobertas, com finalidade na diminuição da energia térmica para o interior das instalações.

Os materiais selecionados para a construção de coberturas e forros devem apresentar alta refletividade, baixa condutividade e baixa emissividade para o interior das instalações, e o alumínio e E.V.A. (Etileno Acetato de Vinila) são exemplos de materiais que podem ser empregados na cobertura ou como material de forro, de forma a proporcionar melhores condições de conforto térmico no interior das instalações, repercutindo positivamente no desempenho animal, seja na função produtiva e reprodutiva.

## OBJETIVOS

### *Geral*

Avaliar o conforto térmico proporcionado pelas instalações com forro não ventilado de embalagem longa vida e E.V.A., bem como desprovido de forro, sobre os índices climáticos e no desempenho de reprodutores ovinos da raça Santa Inês.

### *Específicos*

- Analisar os dados ambientais quanto à temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ), temperatura de bulbo úmido ( $T_{bu}$ ) e temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ ) e o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR) no interior das instalações com e sem a presença do forro;
- Através dos dados obtidos da temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ) nas diferentes alturas, analisar o gradiente térmico existente entre a temperatura do colchão de ar e temperatura após 20cm do forro; temperatura após 20cm do forro e a temperatura correspondente a altura do centro de massa dos animais ;
- Analisar os parâmetros fisiológicos quanto à temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca, temperatura superficial da pele, do pelame e testicular dos ovinos submetidos às diferentes instalações em função das condições climáticas;
- Quantificar o consumo de água e da ração dos ovinos submetidos às diferentes instalações;
- Calcular o gradiente térmico existente entre a temperatura retal e temperatura superficial dos animais, bem como o gradiente entre temperatura superficial e temperatura ambiente nos diferentes tratamentos testados;
- Determinar a razão entre largura e comprimento testicular dos ovinos acondicionados nas diferentes instalações com e sem o uso de forro térmico e traçalas como características para escolha de reprodutores;
- Analisar os valores quanti-qualitativos do sêmen quanto à concentração espermática dos ovinos em função das instalações providas e desprovidas de forro térmico e compará-los com os valores estabelecidos como referência pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal;

- Obter os parâmetros bioquímicos do sangue dos ovinos e analisa-los quanto à interferência aos tratamentos testados;
- Caracterizar o comportamento ingestivo dos ovinos nas diferentes instalações com e sem o forro térmico.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### *O perfil da ovinocultura no Nordeste*

A criação de pequenos ruminantes é difundida no mundo, com criações expressivas em sua grande parte em região muitas vezes considerada inóspita, seja por situações nutricionais quanto ambientais, e mesmo com rebanho representativo, tais condições impostas geralmente prejudicam a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais (Souza et al., 2012).

A produção de ovinos vem caracterizando-se como importante atividade para o meio cultural, social e econômico da região, principalmente para o semiárido, por desenvolver papel importante no desenvolvimento do Nordeste. Porém, dados obtidos pela FAO (2011) mostram a baixa participação do Brasil na cadeia produtiva de carne ovina (0,95%), havendo a necessidade de melhor organização da cadeia.

A criação de ovinos é difundida em todo o mundo (Sejian et al., 2012; Santos et al., 2015) e criada praticamente em todas as regiões, com rebanho efetivo na ordem de 1,2 bilhão de cabeças (FAO, 2015). Segundo ainda ao IBGE (2011), a produção de ovinos apresenta expansão gradativa no Brasil desde a década de 70, sendo representativo na região nordeste, com 9.325.885 ovinos.

Em decorrência do clima quente e seco e irregularidades das chuvas associadas às elevadas temperaturas, as atividades agropecuárias tornam-se limitantes na região semiárida brasileira, uma vez que afeta a fisiologia animal bem como a produção vegetal destinada a alimentação animal (Goulart & Favero, 2011).

Em função do sistema extensivo de criação no semiárido, aliado às condições climáticas peculiares da região, houve seleção natural dos ovinos ao longo dos séculos, levando ao surgimento de raças com características de maior adaptabilidade, como rusticidade, qualidade de pele, capacidade reprodutiva e outros (Ribeiro et al., 2008; Eustáquio Filho et al., 2011).

O desenvolvimento de raças adaptadas a diferente região é essencial na produção ovina, de forma a permitir a expressão do máximo potencial genético, visto que a utilização de genótipos nativos às condições climáticas do semiárido brasileiro entra como fator primordial para melhorar o desenvolvimento da cadeia produtiva. Ovinos da raça Santa Inês destacam-se por apresentar adaptabilidade às condições climáticas do semiárido, além de apresentar rusticidade, eficiência reprodutiva e capacidade de

adaptação a ambientes cujas temperaturas são elevadas em grande parte do ano (Queiroz et al., 2015).

Entretanto, quando se trata dos índices produtivos e reprodutivos dos ovinos, os mesmos ainda são considerados baixos, em função dos manejos ineficientes empregados e agravados no período seco, pela limitada quantidade e qualidade da água, agravando a disponibilidade de forragem (Torreão et al., 2008), além do desconforto térmico proporcionado pela elevada temperatura ambiental, baixa umidade relativa do ar, além de elevado gradiente térmico da temperatura e umidade relativa do ar durante o dia, levando a um comprometimento do desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Ribeiro et al., 2008).

#### *Caracterização climática do semiárido*

A área do Nordeste brasileiro equivale aproximadamente 19% do território nacional, e sua maior parte territorial está sob a influência do clima semiárido, caracterizando-se pelo balanço hídrico negativo, resultante da precipitação média anual inferior a 800 mm, evaporação de 2.000 mm ano<sup>-1</sup>, umidade relativa do ar média em torno de 50%, insolação média de 2.800 horas por ano, temperaturas médias anuais de 23 a 27 °C, com máximas que ultrapassam os 40 °C e radiação média anual em torno de 600 W m<sup>-2</sup>, podendo ultrapassar 1.100 W m<sup>-2</sup> (Moura et al., 2008).

A temperatura do ar é um dos elementos climáticos mais importantes na avaliação da condição térmica do ambiente, por promover alterações metabólicas, fisiológicas e comportamentais nos animais. Porém, o efeito da temperatura está intimamente ligado e dependente da concentração da umidade atmosférica (Leitão et al., 2013), uma vez que a umidade interfere nos mecanismos de perda d'água do organismo, por difusão de vapor d'água através da pele, evaporação do suor da pele e pela umidificação do ar respirado (Salles, 2010).

A radiação solar é um dos elementos que proporcionam desconforto térmico ao animal, e entende-se como sendo a transferência de energia de determinado corpo para outro, por meio de ondas eletromagnéticas que constituem uma faixa do espectro eletromagnético. Conforme Takahashi et al. (2009) a radiação chega de duas formas nos animais: na forma direta, através da pelagem ou pêlo (50 a 70% do total de um ambiente aberto) e solar difusa (retransmissão do calor radiante).

Quando em condições de exposição prolongada à radiação solar, tanto direta como difusa, a mesma proporcionará desconforto térmico nos animais, como visto em pesquisa realizada por Silva et al. (2012), onde o manejo ambiental inadequado promoveu a exposição de animais à radiação solar direta por 2 horas, com alterações nas respostas fisiológicas de tais.

Cada espécie ou categoria animal possui uma faixa de conforto térmico, zona termoneutra ou zona de conforto térmico (ZCT), cuja definição dá-se como a faixa de temperatura em que a produção é ótima e o gasto de energia para termorregulação é mínimo. Quando a temperatura ambiente foge da ZCT, os animais utilizam dos mecanismos fisiológicos e/ou comportamentais para dissipar a energia térmica na forma de calor. Em ovinos, essa faixa, conforme Baêta & Souza (2010), varia de 15 °C a 30 °C por depender da raça, tamanho e da fase produtiva.

Dentro da ZCT, 20% das perdas de energia térmica são realizadas por meio da via respiratória, porém quando os animais são expostos a temperaturas acima de 35 °C (considerada como temperatura crítica superior - TCS) a perda de calor por esta via chega a 60% da energia térmica total perdida (Oliveira et al., 2013b).

### *Índice de conforto térmico*

Quando são reconhecidas as diferenças entre os animais quanto a capacidade de enfrentar as inúmeras variações climáticas do meio em que vivem, são realizadas tentativas de estabelecer critérios de classificação conforme o ambiente e as combinações dos fatores que proporcionam o conforto térmico aos animais. Vários são os índices ambientais que foram desenvolvidos a fim de classificar o conforto térmico, englobando em um único parâmetro o efeito conjunto dos elementos meteorológicos do ambiente (Baêta & Souza, 2010).

Para Silva Júnior et al. (2013) os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para determinar a influência das condições da temperatura e umidade sob o rendimento dos seres vivos. Os índices desenvolvidos são dependentes de parâmetros inter-relacionados, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar do ambiente (Marta Filho, 1993). Dentre os vários utilizados, destaca-se o índice de temperatura, globo negro e umidade (ITGU).

O ITGU incorpora os efeitos combinados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar e avalia o conforto e/ou desconforto térmico dos

animais no ambiente de estudo. Para Abreu et al. (2011) este é o índice que melhor caracteriza o ambiente térmico do animal. Entretanto, o ITGU desconsidera a termólise evaporativa que os animais esboçam como mecanismo de manutenção da homeotermia.

Ribeiro et al. (2008) ao trabalharem com ovinos na região semiárida, afirmam que valores de ITGU acima de 78 são considerados como fora da ZCT para ovinos, em contrapartida ao trabalharem com respostas fisiológicas de ovinos em ambiente tropical Souza et al. (2014) observaram alta capacidade de tolerância de calor com ovinos submetidos a ITGU de até 82.

Outro índice que depende da temperatura de globo negro é a carga térmica de radiação (CTR) na qual é determinada pela equação de Stefan-Boltzmann. A equação expressa a radiação total recebida de todos os espaços ou partes da vizinhança. A CTR define-se por ser a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Esse índice depende diretamente da incidência solar, uma vez que períodos mais quentes refletem maior incidência solar provocando maior índice. Souza et al. (2010) observaram em resultados de pesquisa que uma maior CTR está ligada a condutividade e capacidade térmica do material utilizado para a cobertura.

Ao trabalharem com instalações de modelos reduzidos com E.V.A. (como isolante térmico) Carmerini et al. (2009) observaram redução no ITGU e CTR com 74,5 e 445 W m<sup>-2</sup>, respectivamente, proporcionando melhores condições de conforto térmico.

### *Estresse térmico e seus efeitos sobre a produção animal*

Para Souza et al. (2012) o clima é um dos componentes ambientais que exerce efeito mais pronunciado sobre o bem-estar animal e, conseqüentemente, sobre a produção e produtividade, sendo fator regulador ou mesmo limitador da exploração animal para fins econômicos. Fontes exógenas como frio, calor, alta ou baixa umidade, fome, sede, infestações parasitárias, manejo deficiente e outros são considerados fatores estressores, a interação entre o agente estressor e a resposta a ele, manifesta-se na forma denominada de síndrome de adaptação geral, onde o organismo tenta evitar e/ou reduzir os efeitos do estresse.

Eloy & Pereira (2013) definem o estresse como sendo um estado antecipado ou real de ativação frente a uma ameaça que provoca alterações na homeostase, de modo a enfrentar a agressão e dela recuperar-se. O estresse no organismo animal pode ser advindo principalmente do ambiente térmico, do aspecto nutricional e até do manejo empregado. O

estresse térmico por sua vez é definido como um ambiente que atua para conduzir a temperatura corporal acima do ponto de ajuste fisiológico (Eloy & Pereira, 2013).

Para Cruz Junior (2011) e Eustáquio Filho et al. (2011) nos animais, a condição de estresse térmico por calor é evidenciada inicialmente por alterações comportamentais seguidas de alterações fisiológicas no que se trata ao aumento da taxa respiratória, da frequência cardíaca, bem como na taxa metabólica e na capacidade de transformar em carne, leite ou energia os nutrientes que ingerem.

A defesa biológica contra o agente estressor ocorre por ativação do sistema nervoso autônomo, mediante uma resposta rápida (Eloy & Pereira, 2013). Essa resposta ocorre quando são conduzidos estímulos, sejam eles externos ou internos por meio de neurotransmissores até o hipotálamo, que por sua vez secreta o hormônio liberador de corticotropina (CRH), sendo transportado até a hipófise estimulando a síntese e secreção da adrenocorticotropina (ACTH) que por sua vez estimula os glicocorticóides, entre eles o cortisol e as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina). O CRH estimula a resposta rápida coordenada pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, gerando aumento da atividade respiratória e cardíaca dos animais, além da vasoconstrição, inibição do processo inflamatório e redução da libido no caso de machos, pois toda forma de estresse que resulte em alterações psicológicas e fisiológicas podem resultar em falha reprodutiva.

O estresse pode ocorrer na forma aguda (quando o agente estressor é intenso, por período breve), e de forma repetitiva, pode trazer consequências, como disfunção das defesas imunológicas, e na forma crônica (quando o agente estressor não é intenso, porém é repetitivo e constante). Segundo Ferreira et al. (2006) durante a estimulação do agente estressor agudo, o hipotálamo promove a secreção do ACTH, responsável pela secreção de cortisol, que em elevadas quantidades, proporciona problemas no organismo animal.

O estresse térmico resultante de altas temperaturas ambientais associadas a elevada umidade do ar, além de acarretar mudanças nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais (Eustáquio Filho et al., 2011; Silva et al., 2012), também desencadeia redução na ingestão e eficiência alimentar (Nascimento et al., 2014a), alterações hematológicas (Roberto et al., 2010), redução do crescimento, da reprodução e da produção de leite (Nascimento et al., 2014a), bem como alteração aguda e crônica nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tiroideanos (Coelho et al., 2008).

*Sombra proporcionada pelas coberturas*

Segundo Tinoco (2001) a cobertura é o elemento construtivo mais importante de uma edificação em função da maior área de interceptação da radiação solar, principalmente a direta, sendo considerada também como o principal elemento de exposição ao processo de trocas térmicas entre o interior e exterior da construção, por sofrer constante radiação solar direta no período do dia e perde-la durante a noite.

A radiação solar é uma energia eletromagnética de ondas curtas, médias e longas que atingem a terra após ser parcialmente absorvida pela atmosfera, e pode ser direta (6% de toda radiação alcançada no topo da atmosfera – radiação de ondas curtas) e difusa (é transferida ao animal diretamente pelas nuvens, poeira, pastagem, instalações – radiação de ondas longas). Silva (2013a) aponta que a radiação solar de ondas curtas incide sobre a superfície das telhas, aquecendo-as, uma parcela dessa energia é perdida por convecção e irradiação e outra parcela absorvida e transmitida ao ambiente interno (Figura 1).

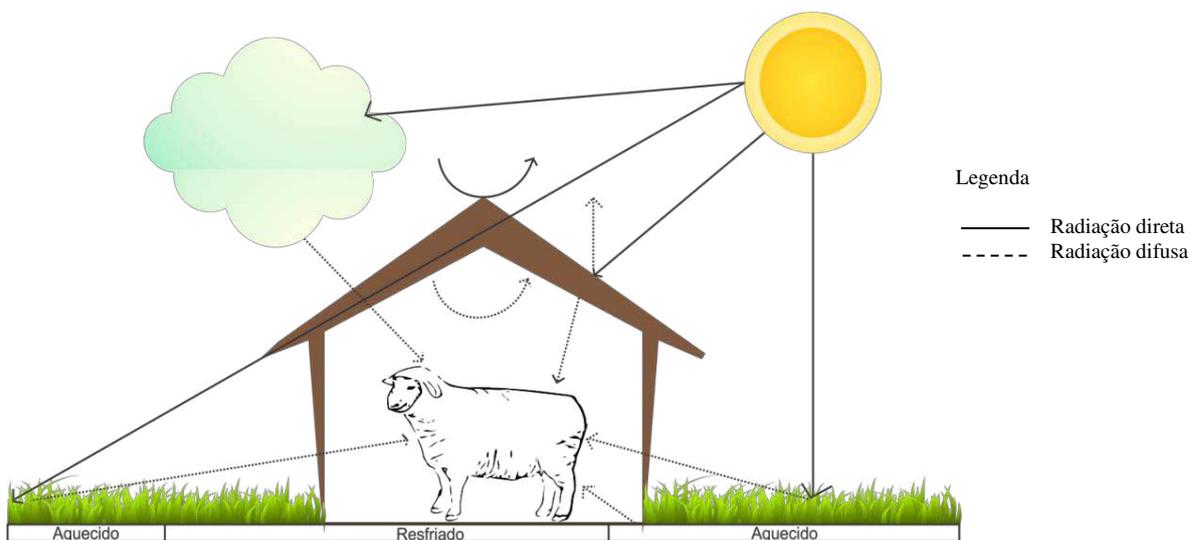


Figura 1. Esquema de radiação solar sobre o telhado na forma direta e difusa

Para Baeta & Souza (2010) a cobertura ideal deve apresentar elevada capacidade refletiva na superfície exterior exposta à radiação incidente, possuir capacidade de isolamento térmico, baixo coeficiente de absorção, condutividade térmica e capacidade de atraso térmico em torno de 12 horas.

Animais quando submetidos às instalações adequadas, com fornecimento de sombra de forma a proporcionar melhor conforto térmico, demonstram melhores respostas fisiológicas e comportamentais, bem como melhor desempenho produtivo e reprodutivo (Oliveira et al., 2013b).

A telha de fibrocimento pode ser empregada em instalações rurais, principalmente do ponto de vista econômico, ao que se trata do valor de aquisição do material e menor

engradamento na estrutura da cobertura, opção essa diferente da telha de cerâmica, por ser de maior valor e mais pesada, principalmente quando molhada, necessita de maior engradamento. Porém, a telha de fibrocimento pode proporcionar os piores índices de conforto térmico, principalmente quando adotado na região semiárida do Nordeste (Abreu et al., 2011; Barnabé et al., 2014).

Por ser comumente empregada a telha de fibrocimento nas instalações rurais e, apresentar índices de conforto abaixo do esperado, a utilização de estratégias que minimizem tal desconforto é necessário para contornar essa problemática. A utilização de forros a base de materiais alternativos vem se destacando como alternativa importante na redução do desconforto térmico causado pelas coberturas das instalações, de forma a não encarecer nos custos de produção e proporcionando condições favoráveis nas criações de animais (Camerini et al., 2009; Camerini & Nascimento, 2012; Cravo et al., 2014; Costa, 2015).

#### *Utilização de forro de cobertura como barreira física*

O ambiente térmico no interior da instalação é influenciado pelo telhado, pois o mesmo tem como principal função absorver parte da energia térmica que chega por meio da radiação solar direta, que parte é refletida, outra absorvida e transmitida para o interior das instalações, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna das instalações, em comparação com a temperatura do ar no meio externo (Faghieh & Bahadori, 2010).

O telhado é o elemento construtivo que exerce maior influência no controle da radiação solar direta e difusa, porém para Tinôco (2001) nem sempre é suficiente por proporcionar um ambiente confortável aos animais, tornando-se necessário a utilização de técnicas que aliadas ao telhado serão capazes de fornecer melhores condições de conforto térmico no interior das instalações.

A utilização de forros de cobertura é uma alternativa prática utilizada de forma a diminuir a energia térmica transmitida para o interior das instalações, com garantias de melhorias nas condições de conforto térmico (Abreu et al., 2007; Costa, 2015; Silva et al., 2015).

O forro entra como barreira física secundária e atua na formação de uma camada de ar móvel junto à cobertura, contribuindo na redução da transferência de calor para o interior das instalações (Tinôco, 2001; Camerini et al., 2009). Ao trabalharem com

eficiência dos sistemas térmicos com isoladores com e sem vácuo, Cavalcanti et al. (2009) elucidaram que a camada de ar presente entre a cobertura e o forro utilizado possui baixa condutividade térmica ( $0,023 \text{ W}/(\text{m K}^{-1})$ ) e baixo coeficiente de absorção da radiação.

Ao trabalharem com cobertura a base de telhas metálicas e de fibrocimento com espaçamentos variados, Almeida et al. (2014) observaram decréscimo nos valores da temperatura superficial interna das coberturas a medida que aumentava-se o espaçamento entre as camadas de ar, independente da telha utilizada. Na análise em questão, percebe-se que a porção de ar entre as camadas teve importante atuação como isolante térmico.

Conforme Silva (2013a) a radiação solar é composta por ondas curtas, que incidem sob a superfície externa das telhas e as aquece. Parte desse calor é perdida por meio de convecção e irradiação, outra parcela é absorvida pelas coberturas e parte é transmitida para o interior das instalações (Figura 2).

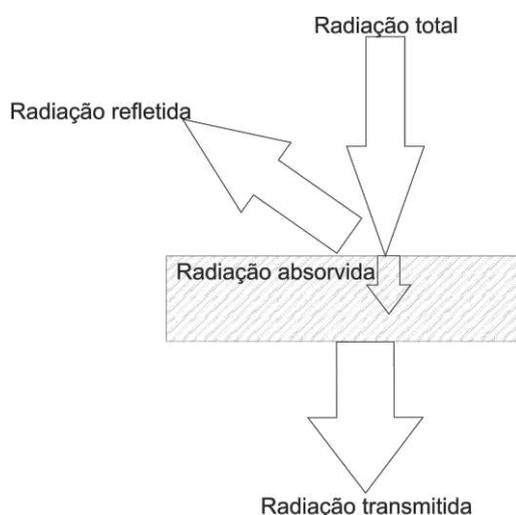


Figura 2. Esquema de energia radiante incidente num corpo e suas parcelas de radiação refletida, absorvida e transmitida

No interior das instalações o calor é transferido da cobertura até a superfície do forro por meio da convecção e radiação; o forro atuará como importante barreira secundária, absorvendo o calor transmitido e o conduzindo para o espaço interno da instalação, retardando a passagem de fluxo de calor, que atravessa a instalação por métodos não evaporativos (Silva et al., 2015) (Figura 3).

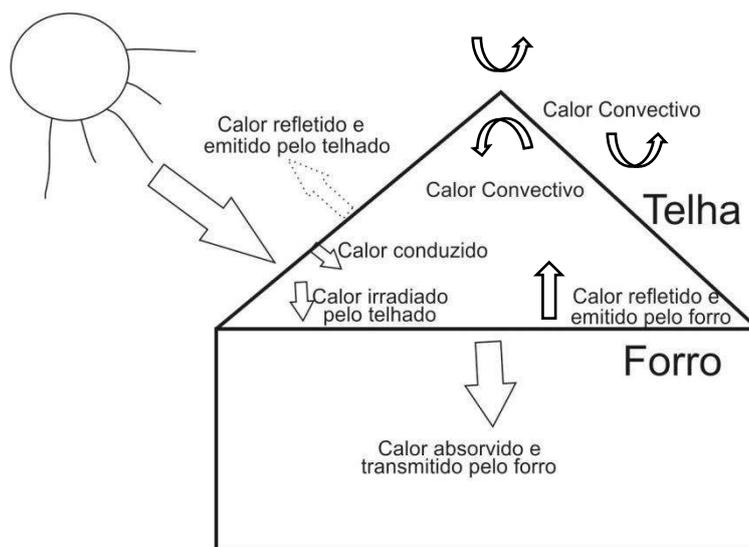


Figura 3. Esquema na troca de calor de um telhado com o forro

Silva et al. (2015) enfatizam que em instalações de animais é necessário o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo, desde que proporcionem aos animais, condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento e produtividade. Por se tratar de uma importante barreira secundária, o forro deverá possuir maior aplicabilidade, com maior emprego nas instalações rurais como importante barreira térmica, principalmente nas regiões onde as adversidades climáticas são mais acentuadas, e utilizando como matéria-prima materiais disponíveis na região, de forma a baratear nos custos na construção.

Por meio de estudos realizados em modelos reduzidos de forro a base de materiais alternativos, percebe-se que sua aplicação pode ser facilmente empregada em várias instalações rurais, por proporcionar maior condição de conforto térmico (Carmerini et al., 2009; Costa, 2015).

#### *Forros térmicos de cobertura a base de materiais alternativos*

De acordo com Silva (2013b), os produtos de isolamento térmico são classificados em isolantes resistivos, que reduzem a transferência do calor por condução, e em isolantes reflexivos, os que minimizam a passagem por radiação. O isolante ideal deve ser formado por material de alta refletividade e baixa emissividade, o que reduzirá a emissão da radiação de ondas longas.

Existe no mercado telhas provenientes de materiais reciclados a partir de embalagem longa vida, utilizado para envolver produtos de consumo, adotados em produtos lácteos, bebidas e alimentos industrializados. Por se ter em sua composição o

alumínio, e este ser o principal material utilizado como isolante reflexivo, tais embalagens evidenciaram outra finalidade com o seu reaproveitamento.

Para Takenaka & Tosello (2013) a geração de resíduos sólidos no Brasil apresentam dados alarmantes de aproximadamente 240 mil ton. Dia<sup>-1</sup>. Neves & Castro (2012) denotam que no Brasil as embalagens representam cerca de um terço dos resíduos sólidos urbanos, e estimativas do ministério do meio ambiente enfatizam que cerca de 1% desse total é representado pela embalagem longa vida, que são constituídas por 75% de papelão, 20% de polietileno e 5% de alumínio e 100% recicláveis.

O isolamento térmico consiste em proteger superfícies internas, através da aplicação de materiais de baixa condutividade térmica, de forma a garantir minimização do fluxo de energia em forma de calor. Um material em constante estudo e empregado no âmbito de construções é a embalagem longa vida (Silva, 2013b; Silva et al., 2015).

Em função da geração de resíduos sólidos e suas características favoráveis, o emprego de embalagem longa vida como forro de cobertura visa proporcionar maior conforto no interior das instalações, bem como por garantir um destino final ao resíduo sólido, diminuindo conseqüentemente a poluição ambiental (Silva, 2013b). A composição da embalagem confere alta resistência, impermeabilidade, leveza, aparência agradável, além de garantir maior refletividade, uma vez que o alumínio diminui a temperatura ambiente, em função do seu poder refletivo de cerca 95% da radiação solar.

A camada de alumínio confere um comportamento superficial de baixa emissividade, por isso, seu emprego na construção como material de isolante térmico, vem sendo estudado (Pouey et al., 2011). Silva (2013b) complementa ao denotar que o papel é responsável por fornecer à embalagem estabilidade e resistência, o polietileno protege contra a umidade exterior e o alumínio funciona como barreira contra passagem de oxigênio e luz (Figura 4).

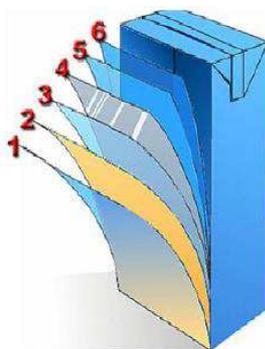


Figura 4. Embalagem longa vida. (1) Polietileno, proteção contra a umidade exterior; (2) papel, estabilidade e resistência; (3) polietileno, camada de aderência; (4) folha de alumínio, barreira contra oxigênio, aroma e luz; (5) polietileno, camada de aderência; (6) polietileno, proteção para o produto. Fonte: Silva (2013b)

Em trabalho Xie et al. (2011) utilizaram resíduos de embalagem longa vida como material alternativo para cobertura e, por meio de teste, observaram alta resistência ao calor e baixa absorção de água. Trindade & Martini (2009) concluíram em pesquisa que persianas construídas a base de embalagem longa vida foram capazes de diminuir em 3,8% a temperatura interna do ambiente. Já Silva et al. (2015) ao reutilizarem a embalagem em coberturas perceberam redução dos valores de ITGU e CTR nos protótipos com esse tipo de material.

O E.V.A. (etileno acetato de vinila) é utilizado na indústria calçadista como matriz polimérica, em composto associados com cargas minerais, óleos, aditivo químico e agente de reticulação na confecção de placas expandidas para o corte de solados, palmilhas e entressolas (Camerini et al., 2009). A quantidade de resíduos sólidos durante o processo de obtenção desses itens é grande, gerando um problema ambiental, haja vista tratar-se de material não biodegradável. Diante tal fato, a reutilização desses resíduos como material construtivo é um campo amplo e merece atenção.

Segundo Oliveira et al. (2012) o E.V.A. possui baixa massa específica, e outras características como resistência a ataque de fungos, utilizado como agregado sintético na elaboração de compósitos leves e características de bom isolante térmico, atuando na melhoria do conforto térmico.

Costa (2015) ao trabalhar com eficiência térmica de placas sanduíches de E.V.A. com diversos materiais, como papel, madeira e outros, observaram diminuição das variáveis ambientais no interior dos protótipos avaliados. Camerini et al. (2009) pesquisando telhados com e sem forro de E.V.A. observaram que no período das 7h00 às 17h00, o uso de forro no modelo reduzido proporcionou leve diminuição nos valores de ITGU, sendo considerado um isolante térmico entre o telhado e o ambiente, por sua coloração preta, permitindo uma absorção da irradiação advinda do solo e dos materiais de construção.

#### *Utilização de forros de cobertura nas instalações rurais*

Para Barnabé et al. (2014) a condição climática do Nordeste brasileiro é um fator que pode ocasionar além de estresse térmico, prejuízos nos sistemas de criação animal devido, sobretudo às altas temperaturas associadas às instalações inadequadas, o que ocasiona influência direta na manutenção do conforto térmico. Com isso, segundo Abreu et al. (2011) percebe-se a necessidade de se ter instalações adequadas com características

construtivas que deverão garantir o máximo de conforto, permitindo ao animal protegido, desenvolver o que trás na sua carga genética.

O telhado tem papel primário na determinação das trocas térmicas, principalmente nas regiões de clima quente, de forma a promover o conforto no interior das instalações, mas se não executar tal função, poderá gerar consequências aos animais ali submetidos. Intervenções devem ser tomadas no sentido de auxiliar o processo de trocas térmicas das instalações, como o uso de forros de coberta com função térmica (Tinoco, 2001).

O uso de forro de coberta é comumente empregado nas instalações avícolas, a exemplo de forros a base de polipropileno (Nascimento et al., 2014b) e para Abreu et al. (2011) tal utilização justifica-se por proporcionar melhores condições de conforto térmico. Porém, a preocupação com o fornecimento de condições ideais a produção animal está tomando proporções maiores, de forma a atender outras de espécies animais assim como empregar elementos construtivos alternativos.

Carneiro (2014) encontrou valores de temperatura externa na ordem de 36,2 °C, 35,2°C e 34,5 °C para cobertura a base de fibrocimento, telha reciclada e cobertura verde, respectivamente, com diferença de até 1,7 °C entre as coberturas. Também encontrou ITGU de aproximadamente 80 para a cobertura de fibrocimento, e segundo Ribeiro et al. (2008) tal valor encontra-se fora da zona de conforto para ovinos, necessitando utilizar de mecanismos afim de proporcionar melhores condições de conforto no interior das instalações e aos animais.

Os forros de coberta tem principal finalidade de diminuir a energia térmica transmitida para o interior das instalações, aumentando o conforto e trazendo melhores condições de bem estar aos animais de produção. Costa (2015) ao trabalhar com desempenho e eficiência térmica de placas de E.V.A. observou no horário de maior incidência solar temperatura interna média de 31,8 °C para o protótipo sem a utilização de forro de coberta, e de 31 °C para com forro a base de E.V.A., diferença essa de aproximadamente 1°C.

Silva et al. (2015) ao trabalharem com conforto térmico de protótipos de instalações, encontraram ITGU de 76 para coberturas a base de fibrocimento acrescido de forro com embalagens longa vida e 80 para cobertura de fibrocimento sem a utilização de forro de coberta, valor esse que foge da ZCT para ovinos, de acordo com Ribeiro et al. (2008). E conclui que o reaproveitamento de embalagens longa vida contribui na redução do ITU, ITGU e CTR, propiciando melhores condições de conforto térmico.

Abreu et al. (2007) ao trabalharem com desempenho de aves em galpão com e sem forro de polietileno, observaram peso vivo dos frangos aos 42 dias de 2.556g e 2.466g para aves criadas em galpões com forro e sem forro, respectivamente. A diferença entre ambos foi de apenas 90g/animal, porém quando arremete-se a um lote de 20.000 animais, essa diferença alcança os 1800000g ou 1.800kg de peso vivo.

Estudos a respeito do uso de forros de cobertura em instalações rurais, principalmente com destinação aos pequenos animais, como ovinos e/ou caprinos são escassos na literatura. Os estudos são voltados a utilização de forros em protótipos, existindo a necessidade da aplicabilidade dessa técnica em escala real, uma vez que se têm resultados importantes na redução da energia térmica transmitida para o interior das instalações ao utilizar o forro térmico (Costa, 2015; Carneiro, 2014; Camerini, et al., 2009).

### *Respostas fisiológicas e comportamentais*

A utilização de genótipos adaptados às condições climáticas da região Nordeste do Brasil é fundamental para permitir o melhor desempenho animal, uma vez que elevadas temperaturas acompanhadas de elevada radiação solar e períodos longos de escassez de chuvas são fatores predominantes nessa região e têm efeito direto sobre os animais (Leitão et al., 2013), e são apontados como fatores limitantes da produção ovina nos trópicos. A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores importantes que limitam o desempenho animal.

O conhecimento da tolerância de calor e a capacidade de adaptação de ovinos são pontos fundamentais na escolha do genótipo a ser explorado. Para averiguar a capacidade de adaptação dos animais a determinado ambiente, a aplicação dos testes de adaptabilidade fisiológica e de rendimento ou produção são utilizadas em sua maioria (Baêta & Souza, 2010).

Os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados por medidas fisiológicas, como temperatura corporal por meio da temperatura retal, atividade respiratória e batimentos cardíacos (Queiroz et al., 2015), além de respostas hematológicas e bioquímicas (Madureira et al., 2013). Fatores como diminuição da ingestão de alimentos e redução do nível de produção são indicadores diretos do estresse térmico por calor (Nascimento et al., 2014a). A temperatura superficial entra como outro parâmetro importante na avaliação da dissipação de energia térmica (Souza et al., 2014).

Quando as condições ambientais situam-se acima da faixa de conforto térmico para os animais, o efeito do aumento da temperatura ambiente conduz a um estresse térmico por calor estimulando a secreção dos glicocorticoides que são o cortisol e as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) (Dobson et al., 2012) que por sua vez estimula uma série de efeitos no metabolismo animal, comprometendo o bem-estar.

Ao passo que os animais são submetidos a condições estressoras, como o térmico, respostas comportamentais são desencadeadas instantaneamente, como busca por sombra, maior ingestão de água e menor ingestão de alimentos. Caso o agente estressor se expresse de forma crônica, mudanças comportamentais nem sempre são suficientes, partindo ao animal lançar mãos de artifícios fisiológicos que busquem manter a homeotermia dentro das condições ambientais no qual são submetidos (Oliveira et al., 2013).

A temperatura retal e a frequência respiratória são as variáveis fisiológicas características de cada espécie de homeotermos e, tais variáveis são as mais utilizadas na avaliação das reações fisiológicas dos animais ao ambiente físico submetidos. O impacto proporcionado pelo calor sobre as variáveis fisiológicas resultam num aumento percentual de até 3,3% na temperatura retal e 194% na frequência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6 °C para 39,9 °C e de 32 para 94 mov./min. (Souza et al., 2008).

O incremento da atividade respiratória sob o estresse térmico é uma forma importante de o animal perder calor, ou seja, é uma resposta para o aumento da temperatura corporal, como mecanismo de eliminação do calor por evaporação através aparelho respiratório e tal mecanismo é facilmente influenciado pelo aumento da temperatura ambiente (Eustáquio Filho et al., 2011).

A atividade respiratória auxilia no estudo da capacidade do animal em resistir às variações climáticas a qual são submetidos. Quando tal atividade é acentuada arremete-se como mecanismo de perda de energia térmica; por períodos prolongados, poderá proporcionar problemas nos animais, como interferência na ingestão alimentar e no processo de ruminação, adicionando calor endógeno a partir da atividade muscular, desviando energia que poderia ser utilizada em processos metabólicos, como o produtivo e reprodutivo (Nascimento et al., 2014a).

A temperatura retal é um parâmetro fisiológico utilizado na avaliação do estresse térmico, e define-se por ser o resultado do equilíbrio entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada (Salles, 2010). Esta atividade fisiológica é um bom indicador da diferença de energia e, pode ser usada para avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais. Um aumento nessa variável fisiológica corresponde a uma estocagem de

energia térmica em forma de calor não dissipada, resultando em consequências negativas nos animais.

Para ovinos adultos, Reece (1996) corrobora que a temperatura retal normal varia de 38,5 °C a 39,7 °C. Porém, estudos em animais nativos demonstram variação da temperatura retal com valores médios superiores, principalmente no período da tarde (Souza et al., 2014), demonstrando maior capacidade na tolerância ao calor.

Salles (2010) aborda que a frequência cardíaca é controlada pela interação dos centros cardioinibidor e cardioacelerador, na medula oblonga, os quais, por sua vez, estão sob a influência do SNC, incluindo o hipotálamo e o sistema límbico. As condições climáticas bem como as variáveis fisiológicas podem alterar o tônus vagal, intensificando as atividades dos centros cardioacelerador e vasoconstritor e em consequência elevando os batimentos cardíacos. O estudo das alterações fisiológicas dos ovinos quanto à frequência cardíaca são comumente empregados a fim de elucidar o efeito do ambiente sobre essas respostas fisiológicas (Salles, 2010; Eustáquio Filho et al., 2011; Souza, 2012).

Guyton & Hall (2002) abordam que o calor quando em excesso aumenta a permeabilidade iônica da membrana celular, de forma a resultar na aceleração do processo de auto excitação. A elevação da atividade cardíaca a um nível crítico faz com que a força do coração diminua pelo uso excessivo dos substratos metabólicos para o músculo cardíaco, além do que o período de diástole entre as contrações diminui de forma que o sangue não tem tempo para fluir adequadamente dos átrios para os ventrículos. Silva et al. (2005) afirmam que com a elevação exacerbada e prolongada da temperatura ambiente exaure os sistemas metabólicos do coração, resultando fraqueza e em estresse crônico leva o animal a óbito.

Para Reece (1996) a frequência cardíaca do animal em repouso situa-se entre 70 e 80 bat. min<sup>-1</sup> para caprinos e ovinos, porém tais dados podem ser discrepantes, em função das condições ambientais e dos manejos na qual os animais estão submetidos.

Para Salles (2010) a pele protege o organismo do animal do calor e do frio e sua temperatura irá variar em função das condições ambientais predispostas no local, como a temperatura, umidade, radiação solar, velocidade do vento, bem como de fatores fisiológicos como vasodilatação e sudação.

A dissipação de energia térmica em forma de calor é beneficiada quando há existência de um gradiente térmico entre a temperatura superficial do animal e a ambiente, sem ela, problemas de ordem crônica poderão ser acentuadas, como a queda na produtividade. Fatores como condições climáticas aliadas ao gradiente térmico, período do

dia assim como cor do pelame do animal refletirão em variação da temperatura superficial dos animais, como vista por Leitão et al. (2013) ao encontrarem alteração da temperatura superficial de ovinos de 29 °C a 46 °C em animais de pelagem branca contra 32 °C a 50 °C para ovinos de pelagem preta criados no norte da Bahia. Tal parâmetro eleva-se principalmente durante período vespertino do dia (Souza, 2012).

Ao tratar-se de reprodutores, a avaliação da temperatura superficial dos testículos é um importante parâmetro por estar correlacionado com aspectos quanti-qualitativos do sêmen produzido pelo macho. Os testículos dos mamíferos encontram-se alojados no interior da bolsa escrotal e a temperatura testicular deve manter-se entre 2 °C a 6 °C abaixo da temperatura corporal (Kastelic et al., 1996).

Os fatores ambientais interferem na termorregulação testicular e resulta em consequências negativas no processo de formação dos espermatozoides, a espermatogênese (Maia, 2011; Silva et al., 2011), pois conforme Mies Filho (1987) a temperatura ambiente quando acentuada é prejudicial tanto às etapas de formação dos espermatozoides como aqueles em trânsito pelo epidídimo. Porém dados contrários também apontam que raças deslanadas, inclusive a raça Santa Inês são bem adaptadas à região, não sofrendo influência dos fatores climáticos sobre a qualidade seminal (Silva, 2013c).

Conforme Salles (2010) fatores como as condições climáticas de determinada região bem como temperatura corporal, postura do animal, grau de obesidade do animal e integridade do escroto influenciam a manutenção térmica da pele escrotal.

Dentre as características seminais mais afetadas pelas elevadas temperaturas destaca-se a motilidade, que sofre queda acentuada e o aumento da porcentagem de espermatozoides anormais (Coelho et al., 2008). Quantidade de espermatozoides vivos e normais são parâmetros considerados como indicadores da função testicular, sendo o número total de espermatozoides normais a melhor forma de avaliar o efeito das condições climáticas na viabilidade espermática. A exposição dos animais a alta temperatura desencadeia aumento gradativo da temperatura testicular e de forma crônica propicia a degeneração testicular, resultando em provável redução da fertilidade do macho.

### *Circunferência escrotal*

Para Oliveira et al. (2013a) a circunferência escrotal (CE) é uma característica importante na seleção de machos utilizados como reprodutores, por sua facilidade de mensuração e por atuar como parâmetro de avaliação no exame para seleção de

reprodutores. O valor obtido refere-se ao volume de área ocupado pelo tecido testicular, responsável pela produção de andrógenos (testosterona) e espermatozóides.

A CE possui alta correlação com o peso testicular e sua alta repetitividade, sendo, portanto, um parâmetro confiável de indicação da fertilidade e parâmetro na escolha de reprodutores. Leal et al. (2002) e Silva et al. (2002) observaram que o peso e a concentração espermática são utilizados para estimar, respectivamente, o perímetro escrotal e o número total de células espermáticas ejaculadas.

A circunferência escrotal é comumente empregada em função de sua técnica de simples aplicação, porém fatores como raça, idade, peso corporal, manejo alimentar adotado, condições climáticas e outros, causam variações em tal parâmetro (Cunha et al., 2012), como observado por Teodoro et al. (2013) ao avaliarem circunferência escrotal de ovinos Santa Inês em disponibilidade ou não de sombra artificial, observaram sutil variação da CE de 26,5cm contra os 27,4cm nos animais submetidos a ambiente sombreado e não, respectivamente.

Pacheco et al. (2009) ao trabalharem com características reprodutivas de ovinos Santa Inês, verificaram perímetro escrotal de  $27,4\text{cm} \pm 2,6$ . Relatos com sutil diferença aos achados de Souza et al. (2007) com perímetro de  $31,9\text{cm} \pm 2,33$  ao trabalharem com ovinos da mesma raça, sob condições climáticas semelhantes, pois tal característica irá variar inicialmente de indivíduo para indivíduo.

Nos ovinos, a circunferência escrotal ainda apresenta correlação positiva com a produção espermática, desenvolvimento sexual, capacidade de serviço e com a precocidade em ovinos (Koyuncu et al., 2005) assim como características quanto a qualidade/quantidade seminal.

#### *Característica seminal de ovinos nativos*

Para Maia et al. (2011) a atividade reprodutiva do macho ovino pode ser influenciada por fatores climáticos e nutricionais, uma vez que a disponibilidade de pasto agrava-se durante escassez de chuvas, levando variações quanto à qualidade seminal; variações estas poucos pronunciadas em raças nativas, como visto por Monreal et al. (2012) ao trabalharem com a morfologia espermática de carneiros SRD ao longo do ano e concluíram que tais carneiros não apresentaram alterações morfológicas significativas do sêmen, sendo este um importante fator para a utilização destes animais em qualquer período do ano.

Dentro do estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA,1998) as análises físicas do ejaculado do sêmen de animais baseia-se nos aspectos de volume, aspecto, turbilhão ou movimento de massa, motilidade, vigor e concentração, onde:

- *Volume*: é expresso em mililitros (ml). O valor pode ser relativo dependendo do método de coleta de sêmen. Não existe um limite mínimo ou máximo para o volume ejaculado, pois ele varia dependendo da espécie. Para cada espécie a variação entre animais pode ser devido ao método de coleta, ao regime de serviços prévio a coleta, ao tempo de excitação, entre outros.
- *Aspecto*: a avaliação é visual e representa principalmente a cor e a aparência, que depende fundamentalmente da concentração de espermatozóides e eventual presença de sangue, pus, urina, células epiteliais, detritos, etc. A cor geralmente é esbranquiçada, branca, marfim ou amarelada. As colorações avermelhada, marrom e cinza escuro são indicativos de, respectivamente, sangue vivo, sangue hemolisado e sujeira. A aparência poderá ser denominada de cremosa, leitosa, opalescente, serosa ou aquosa, correspondendo, aproximadamente, a uma determinada concentração espermática.
- *Turbilhão ou movimento de massa*: é o movimento em forma de ondas observado em uma gota de sêmen. A intensidade do movimento é resultante da motilidade, do vigor e da concentração espermática. Para se proceder a avaliação do turbilhão, coloca-se uma gota de sêmen sobre uma lamina previamente aquecida a 37 °C e leva-se a um microscópio, com objetiva de 10 a 20x. A interpretação basicamente subjetiva deverá ser expressa utilizando uma classificação de zero a cinco, onde zero é a ausência do turbilhão (isso não implica em ausência de motilidade) e cinco o valor máximo dado a um acentuado movimento de massa. Quando o ejaculado é completo e dentro dos limites fisiológicos, o turbilhonamento é observado somente nos ruminantes (sêmen fresco) e é afetado por fatores extrínsecos como método de coleta, condições de preservação e temperatura da amostra.
- *Motilidade*: expressa em percentagem conforme a proporção de espermatozóides que apresentam motilidade. E também uma avaliação subjetiva, podendo estar sujeita a variação na dependência do treinamento do técnico. O valor deverá expressar a percentagem total de espermatozóides móveis. Quando a percentagem de espermatozóides móveis não representa a proporção de espermatozoides com

motilidade progressiva, os valores de motilidade são expressos separadamente como motilidade total e progressiva. O exame é realizado em microscópio, preferencialmente binocular, com objetiva de 10 a 40x, utilizando lâmina coberta por lamínula, previamente aquecida e mantida a 37 °C durante a avaliação.

- *Vigor*: representa a forma do movimento que acaba influenciando a velocidade com que os espermatozoides se movimentam. O mesmo é classificado de zero a cinco, onde zero é ausência de movimento progressivo com deslocamento de cauda lateral fraco e inexpressivo e cinco resulta em movimento rigoroso e veloz dos espermatozoides, geralmente progressivo.
- *Concentração*: representa o número de espermatozoides por centímetro ou centímetro cúbico. O procedimento mais comum para se obter a concentração espermática consiste na contagem das células por meio da câmara de Neubauer. Será expresso no laudo o número total de espermatozoides por ejaculado, que é a resultante da concentração multiplicado pelo volume (livre de gel, quando houver).

As características físicas e morfológicas do sêmen de ovinos têm sido comumente pesquisadas (Maia et al., 2011), e os padrões para o ejaculado, visando à sua avaliação clínico-andrológica e o uso do sêmen para inseminação artificial, são estabelecidos pelo CBRA (1998) no que se trata de valores médios aceitos para volume, movimento de massa, vigor, concentração espermática, motilidade espermática, espermatozoides normais e ejaculado/semana de 1ml, presente, 3,  $3,0 \times 10^9$  ml, 75%, 90% e 6-24, respectivamente para os parâmetros em questão.

Os padrões seminais desejáveis de ovinos para a monta natural também é estabelecido pelo CBRA (1998) quanto a motilidade progressiva, vigor, movimento de massa e total de espermatozoides anormais na ordem de 70%, 3, 3 e 20%, respectivamente. Porém este banco de dados não considera as diferenças entre as condições climáticas da determinada região na avaliação e determinação de todos os parâmetros, de forma que tais valores referências desconsideram possíveis variações em função das condições climáticas bem como das raças utilizadas.

Para Mies Filho (1987) valores referências para sêmen de ovino sexualmente maduros possuem aspecto cremoso; concentração  $2 \times 10^6$  spz/mm<sup>3</sup>; 15 a 20% de anormalidades espermáticas totais. Para Maia et al. (2011) o sêmen de carneiro deve ter cor perola ou marfim e concentração espermática em torno 2 a 5 bilhões de espermatozoides/ml.

Silva & Nunes (1987) verificaram para os parâmetros seminais de ovinos volume médio de  $1,64\text{ml} \pm 0,185\text{ml}$ , concentração espermática de  $5,14 \pm 0,13 \times 10^9$  spz/mm<sup>3</sup>, número de espermatozoides no ejaculado  $5,87 \pm 0,203 \times 10^9$ , motilidade massal (0-5) de  $2,11 \pm 0,11$ . Para patologias espermáticas observou-se  $15 \pm 2,55\%$  e  $14,4 \pm 2,13\%$  no período seco e chuvoso, respectivamente.

Em estudos Maia et al. (2011) relataram valores médios de características seminais para ovinos de diferentes raças, onde foi encontrado para a raça Santa Inês volume, concentração e motilidade de  $0,98\text{ml}$ ,  $3018 \times 10^6/\text{ml}$  e  $77\%$ , respectivamente, não muito diferente ao encontrado para ovinos mestiços com  $1,2\text{ml}$ ,  $3108 \times 10^6/\text{ml}$  e  $74\%$ , respectivamente para os mesmos parâmetros. Oscilação dos valores médios encontrados dentro de cada parâmetro seminal avaliado reporta-se muitas vezes as condições climáticas do local de estudo, bem como das raças utilizadas, e do manejo adotado para a colheita do material seminal para estudos. Diante aspectos, percebe-se a necessidade de uma faixa de padronização nesses parâmetros seminais de ovinos considerando as diferenças comumente relatadas nos estudos.

#### *Efeito do estresse térmico sobre os parâmetros reprodutivos*

O clima é considerado como um dos principais fatores para o sucesso da atividade produtiva, e a interação existente entre o animal e ele deve ser avaliada de forma a visar maior eficiência na exploração pecuária, já que os animais apresentam diferentes respostas às peculiaridades do clima da região (Maia et al., 2011; Leitão et al., 2013).

O desempenho reprodutivo depende de fatores como a carga genética dos animais, das condições de manejo empregados e do meio ambiente. A inter-relação desses fatores induz primeiramente uma adaptação comportamental seguida de adaptações morfofisiológicas dos animais, contribuindo para aumentar a eficiência produtiva e reprodutiva (Maia et al., 2015).

A maior estacionalidade reprodutiva dos animais criados em regiões tropicais dá-se pela chuva, em função do seu efeito sob a qualidade e quantidade da forragem que servirá como base alimentar para os animais. Maia et al. (2011) corroboram que na região tropical, onde o fotoperíodo tem pouca variação no Nordeste, ovinos nativos não apresentam estacionalidade reprodutiva, reproduzindo durante todo o ano.

Na região tropical, os fatores climáticos afetam a capacidade reprodutiva dos ovinos, acentuado principalmente durante período seco, pois elevadas temperaturas

acompanhadas de radiação solar interfere na termorregulação testicular, repercutindo negativamente no processo de formação dos espermatozoides (espermatogênese), afetando, por sua vez a qualidade seminal (Maia et al., 2015).

Salles (2010) enfatiza que tem sido observada no clima tropical do nordeste, variação do perímetro escrotal bem como na qualidade espermática entre os períodos secos e chuvosos. Trabalhos são comumente realizados avaliando a qualidade seminal de ovinos nativos e exóticos (Silva et al., 2011; Silva, 2013c) nas condições climáticas do Nordeste.

Silva (2013c) trabalhando com as raças Santa Inês e Dorper no ambiente sol e sombra observou diferenças quanto à qualidade seminal, com características favoráveis aos ovinos submetidos ao ambiente sombra, apresentando volume, concentração, acrossoma íntegro e membrana íntegra ao teste hiposmótico de 1,71ml;  $1,64 \times 10^3$ ml; 60,84%; 44,30% respectivamente, contra os 1,50ml;  $1,31 \times 10^3$ ml; 21,58% e 36,33% respectivamente, aos animais expostos no ambiente sol.

Alteração da temperatura corporal pode gerar consequências como aparecimento de espermatozoides anormais no ejaculado dos animais. Para Maia et al. (2011) patologias espermáticas como pequeno percentual de gotas citoplasmáticas, proximal e distal e de cabeças isoladas correspondem a 62% do total de defeitos espermáticos que podem ser observadas e correlacionadas ao estresse térmico por calor.

Moreira et al. (2001) ao trabalharem com insulação escrotal, por meio do estresse térmico, com carneiros da raça Santa Inês, observaram defeitos nos espermatozoides como cabeça isolada, cauda dobrada e enrolada e gota distal. Problemas como tais, podem gerar dificuldades na cadeia produtiva, limitando a fertilidade do reprodutor.

Para Nunes (2001) o aumento da temperatura testicular, decorrente da elevada temperatura ambiente, provoca degenerações específicas, como: surgimento de alterações espermáticas, em momentos críticos e precisos do ciclo espermatogênico, e de forma crônica desencadeia processos degenerativos testiculares que são irreversíveis.

Fornecimento de água a vontade, alimentação balanceada e de qualidade, bem como a disponibilidade de abrigos adequados com materiais que propiciem conforto térmico, são práticas a fim de melhorar o funcionamento do ambiente e ajudar na dissipação da energia térmica em forma de calor (Ribeiro et al., 2008; Eustáquio Filho et al., 2011), diminuindo desse modo os efeitos causados pelo estresse térmico sob os animais, facilitando a termorregulação testicular sem indiciar efeitos na qualidade seminal dos animais, em caso específicos, nos ovinos.

### *Parâmetros bioquímicos sanguíneos de ovinos*

Vários são os métodos de estudo quanto à adaptabilidade dos animais frente às condições impostas, sejam nutricionais, ambientais, de manejo, entre outras, sendo a avaliação dos constituintes sanguíneos um parâmetro comumente aplicado, visando avaliar a influência dos fatores sobre estes indicadores (Souza et al., 2012).

A preocupação da realização de exames bioquímicos sanguíneos antes voltados para investigação diagnóstica de doenças nos animais (Polizopoulou, 2010), atualmente é empregado para outros fins diagnósticos quanto à adaptabilidade dos animais frente às várias condições impostas, dentre elas as climáticas, de forma a avaliar o grau de adaptabilidade dos animais.

Conforme Lehninger (2002) o sangue é um importante veículo de comunicação entre os órgãos, além de transportar nutrientes e oxigênio dos pulmões para vários tecidos, elimina o dióxido de carbono, e segundo Gonzalez & Sheffer (2002), a composição bioquímica do sangue reflete a situação metabólica dos tecidos dos animais, permitindo uma avaliação de lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação dos animais frente às situações nutricionais bem como fisiológicos impostas.

A composição química do sangue reflete o equilíbrio do organismo animal, termo conhecido como homeostase, e a quebra deste pode levar a redução do desempenho zootécnico, e dependendo do grau até as doenças da produção (González et al., 2000). Assim reafirmam Sejian et al. (2012) ao elucidarem que o estresse térmico, bem como outros fatores climáticos levam as alterações no processo da homeostase e do metabolismo animal. Aguiar (2009) corrobora que os componentes sanguíneos podem sofrer variações dentro da mesma espécie em função de fatores como regime alimentar, idade, estado fisiológico, raça, nível de produção, clima e estresse.

Segundo Gonzalez & Silva (2006) dentre os mecanismos sanguíneos comumente analisados através do perfil bioquímico de um animal, observa-se que a glicose e o colesterol representam o metabolismo energético; a uréia, a albumina e a proteínas total estão relacionadas ao metabolismo protéico. A atividade das enzimas Aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e a gama glutamiltransferase (GGT) tornam-se importantes na avaliação de distúrbios metabólicos, funcionamento hepático, alterações ósseas e na adaptação dos animais frente às adversidades climáticas.

Traçando os indicadores bioquímicos, a glicose, o carboidrato presente do sangue, é comumente utilizado por tratar-se do mais importante metabólico usado como combustível

para a oxidação respiratória, e seu nível pode indicar falhas na homeostase, ou seja, no equilíbrio do organismo animal (González & Silva, 2006). Para Reece (2006) a manutenção das concentrações estáveis de glicose no sangue envolve um mecanismo regulado, no qual o fígado, tecidos extra-hepáticos e vários hormônios (como glicocorticóides) desempenham regulador fundamental. No estresse térmico, uma das principais funções dos glicocorticóides é favorecer o catabolismo protéico, de forma a converter a proteína em aminoácidos para apoiar a gliconeogênese, e para Sejian et al. (2010a), o nível de glicose indica falhas na homeostase, e sua diminuição na corrente sanguínea induz produção de mais energia para uma maior despesa necessária na alta atividade muscular.

Os lipídeos encontrados no plasma sanguíneo são divididos em três grupos, dentre eles o colesterol, fosfolipídios e triglicerídeos. Para Thrall (2007) os triglicerídeos são compostos de três moléculas de AGCL (ácidos graxos de cadeia longa) ligadas a uma molécula de glicerol, e são os principais lipídeos do tecido adiposo e produzidos no fígado, necessitam ainda estar ligados a proteínas plasmáticas para serem transportadas. Para Guyton & Hall (2006) o cortisol (tido como glicocorticosteróide) mobiliza ácidos graxos a partir do tecido adiposo, e isso resulta em concentração destes na forma livre no plasma, o que aumenta a sua utilização para a geração de energia.

Conforme Payne & Payne (1987) quando ocorrem falhas nos requerimentos energéticos da glicose, os triglicerídeos são mobilizados para servir como fonte de energia para o organismo. Ribeiro (2013) ao trabalhar com perfil adaptativo de caprinos observou que aumento da temperatura ambiente gera como consequência o aumento do requerimento da glicose, mobilizando triglicerídeos como fonte de energia. Já o colesterol constitui o lipídeo de maior composição nas membranas celulares, além de ser precursor de hormônios esteroides (Ribeiro et al., 2008b).

Conforme Ribeiro (2013) o estresse térmico tem maior efeito sobre a concentração de colesterol total ao comparar com o estresse nutricional, em função ao aumento da utilização de ácidos graxos para a produção de energia, como uma consequência da diminuição de concentração de glicose em animais estressados termicamente. Entretanto, pouco são os estudos voltados aos possíveis efeitos da temperatura ambiente elevada, sobre as concentrações séricas de colesterol.

No metabolismo proteico, a uréia é um metabólito produzido no fígado a partir da amônia proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem de amônia no fígado (Kerr, 2003), e seus níveis irão variar de acordo com o nível de proteína da dieta e do

funcionamento renal. Em ruminantes, os níveis de uréia sanguínea são afetados pelo nível nutricional, sendo a uréia um indicador sensível e imediato da ingestão de proteínas (González & Scheffer, 2003). Para Kerr (2003) sua concentração elevada reporta-se a fatores como excesso de proteína na alimentação, proteína alimentar de baixa qualidade, deficiência de carboidratos ou níveis dietéticos de proteína baixos.

A albumina é tida como uma proteína plasmática, e correlaciona-se negativamente com o aumento da temperatura ambiental, como visto por Ribeiro (2013). O significado biológico da redução da proteína com o estresse térmico deve-se ao fato de que ela apoia a neoglicogênese hepática através da ação dos glicocorticóides, aumentando os níveis de glicose para que o animal possa lidar com o estresse térmico (Sejian et al., 2008).

A creatinina por sua vez é uma substância presente no músculo do animal e está envolvida no metabolismo energético. Segundo Kerr (2003) o catabolismo da creatinina é lento e constante e, essa taxa é diretamente proporcional à massa muscular do animal. Em trabalho com caprinos, Ribeiro (2013) observou menores valores séricos de creatinina durante o verão, isso porque com o aumento da temperatura ambiente aumenta a atividade respiratória e conseqüente diminuição da creatinina presente no músculo, repercutindo correlação negativa dos fatores, creatinina e temperatura ambiente.

O cálcio é considerado um dos minerais mais importantes na produção de ruminantes, pois desempenha funções básicas relacionadas à integridade do esqueleto, manutenção da permeabilidade normal das células, coagulação do sangue e regulação da excitabilidade neuromuscular (Andriquetto et al., 1993). A alteração da homeostase cursa, basicamente, com o aumento ou diminuição na concentração plasmática de cálcio no sangue, como observado por ORR et al. (1990), ao demonstrarem que a concentração plasmática de fosforo, cálcio e outros elementos minerais diminui significativamente em animais estressados, em função do aumento da taxa respiratória.

Lima (2013) corrobora que a alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST) e gama glutamiltransferase (GGT) são enzimas traçadas para monitorar problemas que ocorrem nas células do fígado, o hepatócito.

Para Kerr (2003) a AST trata-se por ser uma enzima encontrada principalmente no músculo esquelético e cardíaco, bem como no fígado e hemácias. A ALT é uma transaminase, e tida como enzima de indução, presentes nas membranas celulares; e a GGT está presente na membrana plasmática de células do epitélio dos ductos biliares. A GGT possui maior atividade no córtex e medula renal, pâncreas, glândula mamária e fígado (Braun, 1983).

Tais enzimas avaliam a integridade das células hepáticas, ou seja, a integridade do fígado, e seu aumento no plasma sanguíneo pode indicar uma lesão hepática (Thrall, 2007), necessitando de tal modo uma investigação mais profunda, uma vez que essas enzimas são poucos pronunciadas em ruminantes. Assim corrobora Tennant (1997) ao correlacionar o aumento demasiado da GGT em função de lesões hepáticas e colestase.

Souza et al. (2009) relatam que são inúmeros os fatores causadores de alterações significativas nos valores bioquímicos do sangue, sejam eles intrínsecos (espécie, raça, idade, sexo, etc) e extrínsecos (relacionados à adaptação dos animais ao meio ambiente ou ao meio ambiente ou ao sistema de criação, como as condições ambientais e climáticas, manejo de criação e alimentação, bem como doenças endêmicas).

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização do local experimental*

O experimento foi desenvolvido na fazenda Maribondo localizado no município de Cabaceiras/PB, cujas coordenadas geográficas são 07°29'20'' Sul e 36°17'13'' Oeste. O clima da região, Bsh, é caracterizado por ser quente e seco com distribuição irregular de chuvas durante períodos curtos e período seco prolongado.

O município é caracterizado por elevadas temperaturas ambientais durante grande parte do ano e baixo índice pluviométrico (Tabela 1).

Tabela 1. Dados climatológicos médios do município de Cabaceiras/PB

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Temp. máxima média (°C)	32,5	32,5	31,8	30,5	29,9	28,5	27,8	28,2	30,5	32,0	32,4	32,6	<b>30,8</b>
Temp. média (°C)	26,8	26,7	26,3	25,9	25,2	24,0	22,9	23,0	25,2	26,2	26,5	26,8	<b>25,5</b>
Temp. mínima média (°C)	21,0	20,8	20,8	21,2	20,5	19,5	18,0	17,8	20,0	20,4	20,5	21,0	<b>20,1</b>
Precipitação (mm)	18	39	69	80	41	37	32	12	5	3	4	8	<b>348</b>

Fonte: Medeiros et al. (2012) e Climate Data

### *Animais e manejo empregados*

Foram utilizados 24 ovinos machos da raça Santa Inês de pelame preto, com idade média de 12 meses, peso médio de 35,9±5,74kg e sem experiência sexual prévia, distribuídos de forma aleatória em 6 piquetes experimentais, compondo 4 animais/piquete.

O período experimental constou de 105 dias, com 45 dias voltados para a fase de adaptação dos animais as condições experimentais e 60 dias destinadas à coleta dos dados experimentais. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por 3 tratamentos (sem forro, forro a base de E.V.A. e forro a base de embalagem longa vida), duas repetições (instalações) e 4 unidades experimentais cada (animais).

Todos os animais foram vacinados e vermifugados, com repetição do vermífugo durante o período pré-experimental. Como um dos objetivos do trabalho é o aspecto

reprodutivo, todos os machos foram avaliados através de palpação e avaliação dos órgãos reprodutivos (testículos e pênis).

Os animais foram mantidos em regime intensivo durante todo o período pré-experimental e experimental, recebendo suplementação volumosa composta por feno de *tifton* e concentrado composta por farelo de soja, farelo de milho e mistura mineral balanceado segundo a tabela do NRC (1985), com fornecimento duas vezes ao dia, às 07h e às 16h, na proporção de 60:40 (volumoso: concentrado) e de forma a garantir 10% de sobras diárias.

O manejo sanitário das instalações era realizado 3 vezes na semana, de forma a realizar a remoção das fezes no interior das instalações, e limpeza diária dos bebedouros e comedouros, para retirada de sobras e pesagem do mesmo para controle da ração.

#### *Tratamentos avaliados*

Durante todo o período experimental foram avaliados ao total 3 tratamentos, baseados na utilização de diferentes forros a base de materiais alternativos e comparando-os ao tratamento testemunha ou controle (sem forro). As coberturas foram formadas por telha de fibrocimento associadas a dois tipos de materiais de forros (E.V.A. e embalagem longa vida) e uma instalação sem a utilização do forro (controle/testemunha).

Os tratamentos empregados foram:

- Tratamento 1: Telha de fibrocimento e sem forro – S/ forro
- Tratamento 2: Telha de fibrocimento associado a forro térmico à base de embalagem longa vida (face laminada voltada para cima) - LV
- Tratamento 3: Telha de fibrocimento associado a forro térmico à base de E.V.A. – E.V.A.

#### *Caracterização da área experimental e confecção das placas térmicas*

A instalação utilizada para realização do experimento foi modificada em função dos piquetes necessários para compor os tratamentos testados. A instalação em sua origem possui dimensão de 15,5m de comprimento X 8,40m de largura e pé direito de 2,00m, disposto no sentido Leste-Oeste e telhado composto por telhas de cerâmica (Apêndice A).

Para o atendimento e distribuição dos tratamentos, a instalação foi totalmente modificada, em função da substituição da telha de cerâmica pela telha de fibrocimento, e subdividida em 6 piquetes de forma a atender os tratamentos e as repetições necessárias.

Após divisão, cada piquete possui dimensão de 4,40m de comprimento X 2,50 de largura (11m<sup>2</sup>), sendo 5m<sup>2</sup> de área sombreada e 6m<sup>2</sup> não sombreada, com pé direito de 2,00m e altura do forro de cobertura à cumeeira de 0,70m. A inclinação do telhado constou de 35% (ângulo de inclinação: 19,29°). Todos os piquetes foram cercados com auxílio de estacas, ripas e arame galvanizado, na altura de 1,5m (Apêndice B).

Os piquetes de avaliação foram posicionados transversalmente uns aos outros, de forma a proporcionar um limite de segurança de um tratamento ao outro, diminuindo ao máximo a interferência entre os tratamentos avaliados, e sua distribuição deu-se de forma aleatória. Nos intervalos entre os piquetes permaneceram espaçamentos sem cobertura, de modo a proporcionar radiação solar nas laterais dos piquetes dispostos de tratamentos dando uma condição normal, caso as instalações fossem construídas separadas umas das outras (Figura 5).

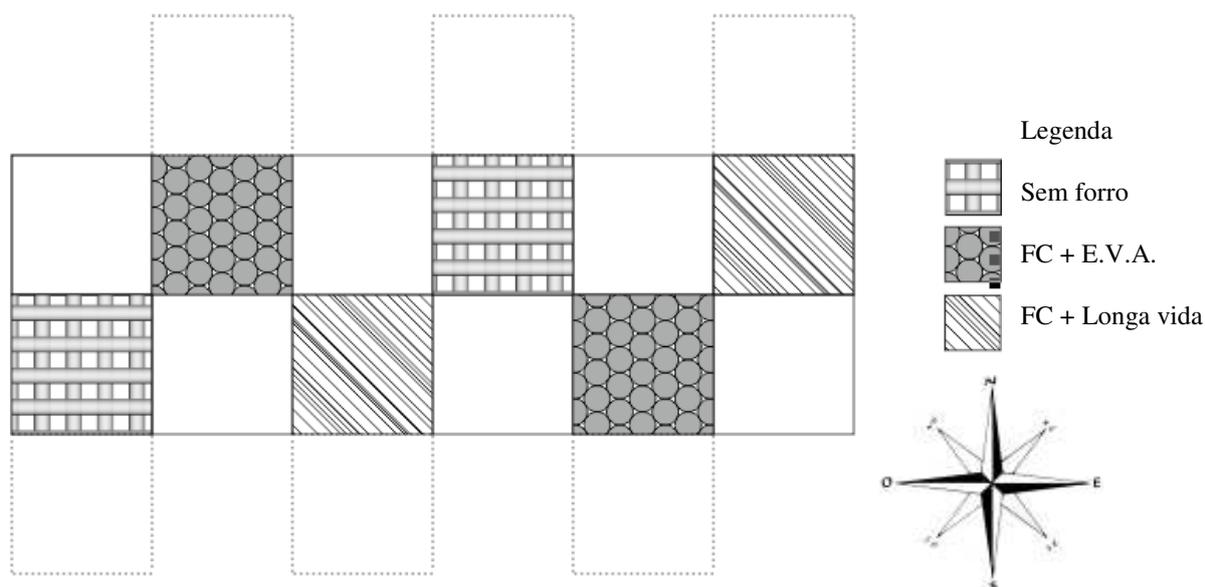


Figura 5. Distribuição dos tratamentos dentro da instalação

Para a cobertura das instalações foram utilizadas telhas de fibrocimento (fibrotex) com dimensões de 2,44m x 0,50m (4mm) e peso de 9kg. As embalagens foram abertas e separadas por tamanho (uma vez que apresentam heterogeneidade em suas dimensões).

Para formação de cada placa foram utilizadas 6 embalagens abertas e limpas, fixadas por cola, costuradas com fio de nylon e grampeadas (Figura 6).



Figura 6. Embalagens longa vida limpas e cortadas para confecção da placa térmica. Fonte: Acervo pessoal

Após a confecção das placas térmicas da embalagem longa vida, as mesmas foram grampeadas e amarradas numa base de ripas e tela de arame galvanizado, formando o forro térmico a ser utilizado nos piquetes (Figura 7).



Figura 7. Base de madeira com tela de arame galvanizado para fixação das embalagens longa vida. Fonte: Acervo pessoal

Para confecção das placas de E.V.A., o resíduo industrial calçadista passou por trituração no Departamento de Engenharia de Pavimentos e Geotécnica (LEP) no laboratório de solos e misturas asfálticas e convencionais (LSMC) para obtenção de menor granulometria do material e melhor formação da placa térmica (Figura 8).



Figura 8. Laboratório de solos e misturas asfálticas e convencionais da UFCG. Fonte: Acervo pessoal

Após testes já realizados anteriormente em outro estudo (Costa, 2015) para confecção das placas bem como temperatura da estufa ideal e tempo necessário, foram realizados os procedimentos adotados por Costa (2015).

Na confecção das placas foram utilizadas formas de aço lubrificadas com óleo, com dimensões de 40 x 35 x 8cm (Comp; Larg; Alt). Após adição do E.V.A. dentro da forma e compactação do material (inclusão de peso na tampa superior da forma – 8kg), o material foi levado a estufa modelo SL-102/480 durante 8 horas a temperatura de 150°C.

Após o período, as placas foram retiradas da estufa e colocadas à temperatura ambiente por 10 horas permitindo o resfriamento do material de forma a facilitar o desmolde da placa (Figura 9).



Figura 9. Material utilizado para confecção das placas de E.V.A. Fonte (Costa, 2015)

Após confecção das placas de forro, as mesmas foram fixadas por meio de amarração em bases confeccionadas a partir de ripas e tela de arame galvanizado, e alocadas abaixo da telha de fibrocimento (Figura 10).



Figura 10. Base de ripas e tela de arame galvanizado para armação do forro térmico a base e E.V.A. Fonte: Acervo pessoal

Após a disposição dos sensores para coleta das temperaturas nos piquetes, todas as fachadas do forro de cobertura (norte, sul, leste e oeste) foram vedadas com lona preta, para formação do bolsão de ar.

#### *Coleta das variáveis climáticas*

Os dados quanto à temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ), temperatura de bulbo úmido ( $T_{bu}$ ) e temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ ) foram coletados e armazenados no sistema de aquisição de dados composto por um datalogger, modelo CR1000, dotado de uma placa multiplexadora de ampliação de canais de coleta de dados, com pinagem de acordo com o diagrama fornecido pelo fabricante (Campbell Scientific) a qual foram conectados a 30 termopares do tipo “T” (cobre e constantan) (Figura 11).

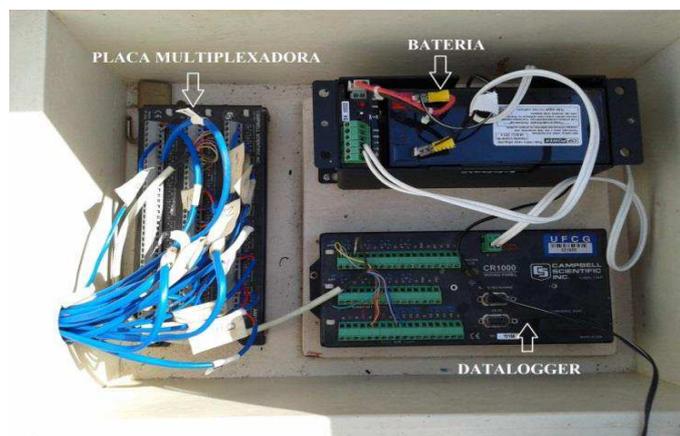


Figura 11. Sistema de aquisição de dados e placa multiplexadora com cabos de termometria (azul)

Os sensores de temperatura para medição de  $T_{bs}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) (temperatura do bulbo seco),  $T_{bu}$  (temperatura de bulbo úmido) e  $T_{gn}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) (temperatura de globo negro) foram distribuídos de forma homogênea em todos os piquetes, posicionado no centro geométrico.

Atenção especial foi dada aos sensores de  $T_{bs}$ , uma vez que aferiu em diferentes alturas ( $T_{bs1}$  – Sensor localizado no colchão de ar formado entre a telha de fibrocimento e o forro;  $T_{bs2}$  – Sensor localizado à 20 cm do forro e  $T_{bs3}$  – sensor localizado na altura correspondente ao centro geométrico dos ovinos) (Figura 12).

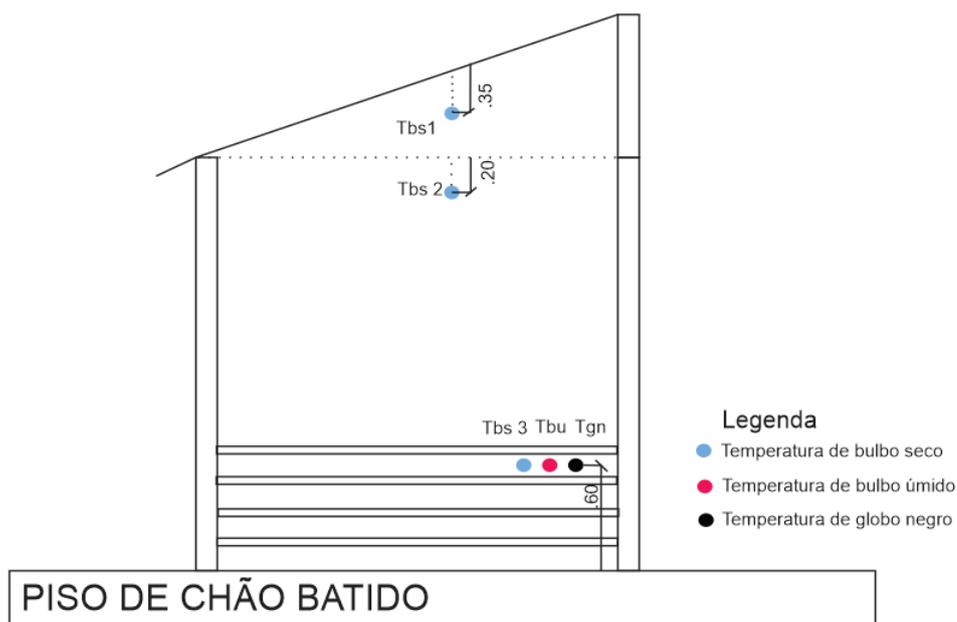


Figura 12. Disposição dos sensores para aferição da  $T_{bs}$  (nas diferentes alturas),  $T_{bu}$  e  $T_{gn}$  dos piquetes de avaliação.

Na caracterização do ambiente externo, foram alocados na instalação (parte sem coberta) sensores para coleta de dados referentes à  $T_{bs}$  e  $T_{bu}$ , e conectados ao datalogger. O sistema foi programado para realizar coletas dos dados instantâneos durante intervalos de 5 minutos e a obtenção da média a cada 30 minutos, e posteriormente foram obtidos os dados para cada hora, durante o transcorrer das 24h para a compreensão de todo o período experimental, de 60 dias.

Para obtenção dos dados climáticos todos os termopares utilizados foram calibrados, por meio de valores de correção aplicados as temperaturas obtidas, bem como a aferição utilizada para obtenção da temperatura de globo negro (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de correção aplicados aos dados de temperatura registrados nos termopares

Canal / Sensor	Termopar (descrição)*	Valor da correção (°C)
1	TFEVA TBS1 (r2)	16,26340
2	TFEVA TBU (r2)	16,19936
3	TFEVA TBS3 (r2)	15,97128
4	TFEVA TGN (r2)	16,11638
5	TFEVA TBS1 (r1)	16,33000
6	SF TBU (r2)	16,06511
8	SF TBS3 (r2)	16,31085
9	TFLV TBU (r2)	16,32064
10	AMB. EXT. TBU	16,10787
11	TFEVA TBS2 (r2)	16,19149
12	AMB. EXT. TBS	16,11830
13	TFLV TBS3 (r2)	16,09149
14	SF TGN (r2)	16,06191

15	SF TBS1 (r2)	16,16362
16	TFLV TGN (r1)	16,27277
17	TFEVA TBS2 (r1)	16,25681
18	TFLV TBS2 (r2)	16,16170
19	TFEVA TGN (r1)	16,27447
20	TFLV TBS1 (r1)	16,31468
21	TFLV TGN (r2)	16,15723
22	TFLV TBS1 (r2)	16,20255
23	SF TBU (r1)	16,19234
24	TFEVA TBS3 (r1)	16,18681
25	TFEVA TBU (r1)	16,20638
26	TFLV TBS2 (r1)	16,24170
27	TFLV TBU (r1)	16,33872
28	SF TGN (r1)	16,40404
29	SF TBS3 (r1)	16,28574
30	TFLV TBS3 (r1)	16,02404
32	SF TBS1 (r1)	16,08468

\*SF: sem forro; TFLV: Telha de fibrocimento + forro de embalagem longa vida; TFEVA: Telha de fibrocimento + E.V.A.; TBS1: temperatura de bulbo seco 1; TBS2: temperatura de bulbo seco 2; TBS3: temperatura de bulbo seco 3; TBU: temperatura de bulbo úmido; TGN: temperatura de globo negro; r1: repetição 1; r2: repetição 2

O período das 24 horas de coletas dos dados foi dividido em turnos, agrupando desse modo os horários avaliados em TURNO 1 (manhã, correspondente das 06h às 12h) e TURNO 2 (tarde, correspondente das 12h30 às 18h). Não houve tal divisão para o restante dos horários (18h30 às 05h30) em função de menor amplitude térmica existente entre as temperaturas.

Os globos negros foram inseridos no interior das instalações na altura correspondente ao centro geométrico dos animais para fins de obtenção da temperatura de globo negro através de um sensor conectado ao datalogger, e posteriormente, obteve-se o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU) por meio da equação proposta por Buffington et al. (1981) Eq 1:

$$ITGU = Tgn + 0,36 * (TPo) + 41,5 \text{ em que,} \quad (1)$$

ITGU: Índice de temperatura globo negro e umidade;

Tgn: Temperatura de globo negro, em °C;

TPo: Temperatura de ponto de orvalho, em °C.

Para o cálculo da temperatura de orvalho, inicialmente através do gráfico psicométrico foi obtida a umidade relativa (UR, %) por meio da diferença entre as leituras do termômetro de bulbo seco e bulbo úmido (Apêndice C), com o dado encontrado de UR

combinado com a temperatura ambiente, obteve-se a temperatura do ponto de orvalho (Apêndice D).

A carga térmica de radiação (CTR) foi obtida através da equação proposta por Esmay (1969) Eq 2 e Eq 3:

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \text{ em que,} \quad (2)$$

CTR: Carga térmica de radiação em  $Wm^{-2}$ ;

TRM: Temperatura radiante média em K;

$\sigma$ : Constante de Stefan Boltzmann  $5,67 * 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$

Onde,

$$TRM = 100\{2,51 v^{1/2} (Tgn - Tbs) + (Tgn/100)^4\}^{1/4}, \text{ em que} \quad (3)$$

v: Velocidade do vento em  $ms^{-1}$ ;

Tgn: Temperatura de globo negro, em  $^{\circ}C$ ;

Tbs: Temperatura de bulbo seco, em  $^{\circ}C$ .

Com os dados de temperatura de bulbo seco nos tratamentos, realizou-se o cálculo do gradiente térmico existente entre o bolsão de ar (entre a telha e o forro de cobertura –  $T_{bs1}$ ) e a temperatura à 20cm do forro ( $T_{bs2}$ ), assim como o gradiente existente entre a temperatura à 20cm do forro ( $T_{bs2}$ ) com a temperatura correspondente a altura do centro de massa dos animais ( $T_{bs3}$ ). Caso excepcional para o tratamento sem forro, pela inexistência do  $T_{bs2}$ , calculando o gradiente entre o  $T_{bs1}$  e  $T_{bs3}$ .

Foi determinado o gradiente térmico existente entre temperatura retal do animal com a temperatura média superficial (temperatura do pelame), e o gradiente entre a temperatura média superficial com a temperatura do ambiente externo.

#### *Temperaturas superficiais da cobertura*

Para obtenção da temperatura superficial da face inferior do forro, foi utilizado termômetro a laser, posicionado no centro geométrico das extremidades (correspondente aos pontos 1, 2, 3 e 4) e no centro geométrico do forro (correspondente ao ponto 5) (Figura 13), e depois obtida a média destas. As coletas das temperaturas superficiais foram

realizadas semanalmente nos horários das 10h, 12h, 14h e 16h durante todo o período experimental.

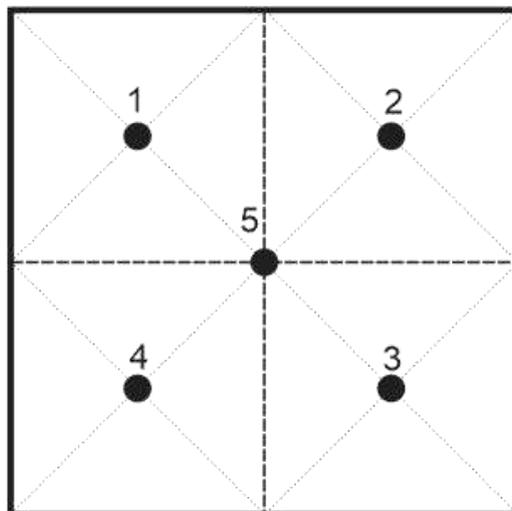


Figura 13. Pontos para aferição da temperatura superficial (face externa). Fonte: Acervo pessoal

Foram obtidas imagens termográficas da face inferior dos forros (distância de leitura aproximadamente 40cm) por meio de câmera termográfica de infravermelho (FLIR TG165) em intervalos de 20 dias de coleta de uma para a outra no horário das 10h, 12h, 14h e às 16h.

#### *Indicadores fisiológicos*

Foram obtidos os indicadores fisiológicos quanto a temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura superficial da pele (TSpe), temperatura superficial do pelame (TSpl) semanalmente no período da manhã (09h e 11h) e da tarde (14h e 15h) nos animais submetidos aos diferentes tratamentos.

Após contido o animal e estabilizado sua condição normal, a TR foi obtida por meio de termômetro clínico digital introduzido no reto por tempo mínimo de 1 minuto ou até o mesmo estabilizar, seguida da realização de sua leitura, expressa em °C. A FR foi expressa por mov. min<sup>-1</sup>, e obtida de forma visual, por meio de observação na movimentação do flanco com auxílio de um cronômetro, aferindo durante período de 30 segundos e o resultado multiplicado por 2 (dois) para obtenção desse indicador em minuto.

A FC foi expressa por bat. min<sup>-1</sup>, e obtida por meio de contagem dos batimentos cardíacos, com auxílio de estetoscópio, durante período de 30 segundos, e o resultado multiplicado por 2 (dois) para obtenção do indicador por minuto.

A TSpl foi obtida através do termômetro de infravermelho posicionado nos pontos da cabeça, pescoço, dorso, costado e testículos dos ovinos (cabeça, meio, cauda, direito e esquerdo) (Figura 14). Para aferição da TSpe, inicialmente realizou-se uma tricotomia dos pontos já pré-estabelecidos pela TSpl (exceto para o testículo), e através do termômetro de infravermelho realizou-se as leituras nos mesmos pontos.

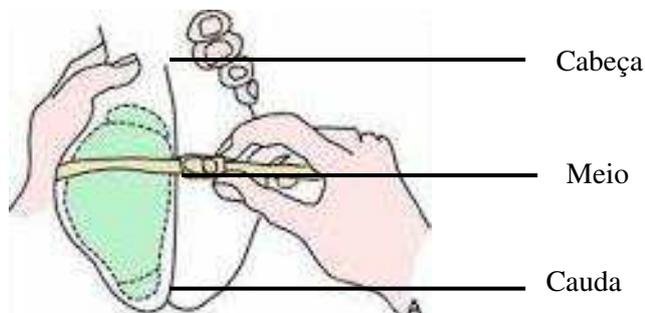


Figura 14. Pontos de aferição da temperatura testicular (cabeça, meio e cauda). Fonte: Google imagens

Foi utilizada a câmera termográfica infravermelha (FLUR TG 165) para obtenção de imagens termográficas dos testículos dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos, nos mesmos horários pré-estabelecidos para os parâmetros fisiológicos, em intervalos de 20 dias cada.

### *Indicadores reprodutivos*

#### *Características biométricas testiculares dos ovinos utilizados*

A caracterização testicular foi obtida através da circunferência (cm), largura (cm), comprimento (cm) e consistência escrotal dos animais seguindo as recomendações propostas pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

Os testículos foram empurrados suavemente para o fundo do saco escrotal e, em seguida, por meio de uma fita métrica flexível, foi aferida a circunferência escrotal (CE), no ponto de maior diâmetro testicular.

Com auxílio do paquímetro digital, a largura (cm) e o comprimento (cm) de cada testículo (direito e esquerdo) dos animais foram mensurados.

Na medida do comprimento, foram excluídas a cabeça e a cauda do epidídimo e tomado no sentido dorso-ventral; na largura, excluído o corpo do epidídimo, no sentido

látero-medial. Para estimar o volume testicular, foi utilizada a equação matemática de um prolato esferoide, proposta por Bailey et al. (1998) Eq. 4, onde:

$$VT = 2 \times \left[ \frac{4}{3} \times \pi \times \left( \frac{LARG}{2} \right)^2 \times \left( \frac{COMP}{2} \right) \right] \quad (4)$$

Em que:

VT: Volume do testículo (representação dos dois testículos), em cm<sup>3</sup>;

LARG: Largura do testículo, em cm;

COMP: Comprimento do testículo, em cm.

Todas as características morfológicas foram traçadas não como forma avaliativa, em função de única mensuração (ao início do período experimental), mas sim como características quanto ao aspecto reprodutivo dos ovinos utilizados no referido estudo.

Na determinação da forma dos testículos dos ovinos, foi calculada a razão entre a largura e o comprimento testicular (razão LARGURA/COMPRIMENTO), conforme descrito por Bailey et al. (1996), numa escala empregada de 1 a 0,5, em que 1 significa LARGURA=COMPRIMENTO e 0,5, LARGURA=½COMPRIMENTO. Baseado nessa escala foi estabelecido as seguintes formas:

- RAZÃO 1  $\leq$  0,5 = LONGO
- RAZÃO 2 de 0,51 a 0,625 = LONGO/MODERADO
- RAZÃO 3 de 0,626 a 0,750 = LONGO/OVAL
- RAZÃO 4 de 0,751 a 0,875 = OVAL/ESFÉRICO
- RAZÃO 5  $>$  0,875 = ESFÉRICO

#### *Coletas de sêmen*

Os ejaculados foram colhidos quinzenalmente pela manhã, através da técnica do eletroejaculador para pequenos ruminantes. Inicialmente, foi realizada limpeza do prepúcio, a fim de evitar contaminação do material coletado, por meio de corte dos pêlos da região, bem como limpeza da ampola retal, para retirada das fezes presentes no compartimento.

Após lubrificação da probe transversal com gel, a mesma foi introduzida na ampola retal, aplicando impulsos elétricos com duração de 3 a 4 segundos cada, e intervalo de tempo igual. Tal procedimento repetiu-se até que finalmente o animal ejaculasse.

O ejaculado foi coletado através de funil e tubo falcon graduado e estéril, seguindo posteriormente, para as análises seminais quanto a concentração e defeitos espermáticos.

### *Análises físicas do sêmen*

#### *Características físicas do ejaculado*

Para as características físicas do ejaculado, o sêmen foi analisado para quantificação da concentração.

Uma alíquota de 10 $\mu$ L do sêmen coletado foi diluído em 4mL de formol citrato em um tubo falcon graduado, com identificação e encaminhadas ao laboratório de reprodução animal da Universidade Federal da Paraíba – Areia, para realização das análises.

A concentração espermática representará o número de espermatozoides por mL do material seminal. Uma alíquota do material diluído em formol citrato (diluição 1:400) foi alocada na câmara de Neubauer e acondicionada em microscópio para contagem das células espermáticas em cinco quadrantes (Figura 15). O resultado foi expresso pelo número total de espermatozoides por ejaculado, que é a resultante da concentração multiplicado pelo volume, seguindo a metodologia descrita por Mies Filho (1987).

O valor da concentração foi encontrado em cm<sup>3</sup> (espermatozóides/cm<sup>3</sup>) e posteriormente transformado para mL (espermatozóides/mL).

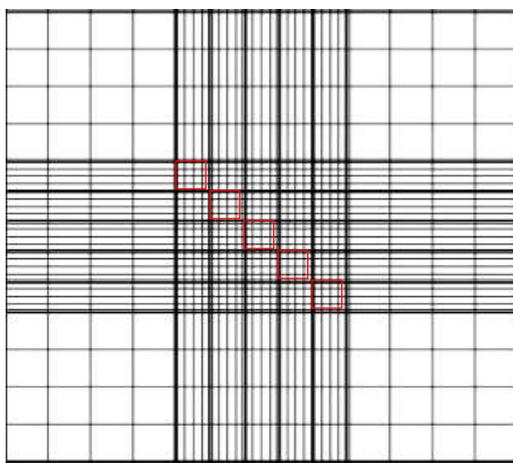


Figura 15. Quadrantes da câmara de Neubauer que foram utilizados para a contagem dos espermatozoides

Os resultados foram comparados de acordo com os critérios preconizados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 1998).

### *Parâmetros Sanguíneos*

De modo a detectar ocorrência de alterações nos parâmetros bioquímicos dos ovinos submetidos às diferentes condições impostas, coletou-se sangue para análises de tais parâmetros.

As amostras de sangue foram obtidas nos dias 1, 30 e 60 (intervalo de 30 dias entre cada coleta), por meio da venopunção da jugular externa, com uso de tubos à vácuo sem anticoagulante. Imediatamente após as coletas, os tubos com o material coletado foram centrifugados para separação do plasma; e estes, armazenados em *eppendorf* identificados e seguidos para as análises bioquímicas, no laboratório de patologias clínicas do hospital veterinário universitário, da UFPB, campus II.

Os parâmetros bioquímicos séricos avaliados foram: alanina aminotransferase (ALT), asparato aminotransferase (AST), albumina, gama glutamil transferase (GGT), creatina, cálcio, ácido úrico, glicose, colesterol, triglicerídeos, proteínas totais (PT) e uréia. Todos os parâmetros foram analisados através de analisador bioquímico automático (Mindray – BS-120 – Chemistry Analyzer) utilizando-se de kits bioquímicos comerciais (Labtest Diagnóstica SA®).

A metodologia utilizada para dosagem dos indicadores bioquímicos foi:

- Proteína total: Colorimétrico – Biureto;
- Albumina: Colorimétrico – Verde de Bromocresol;
- Uréia: Enzimática UV Urease (cinético);
- Creatinina: Cinético – Piciato;
- Glicose: GOD – Trinder (cinético);
- Colesterol: Colorimétrico (Enzimática Trinder);
- Triglicerídeos: Colorimétrica (Trinder);
- Ácido úrico: Colorimétrico (Enzimático Trinder);
- Cálcio: Colorimétrico (CPC – Cresolftaleína);
- AST e ALT: Cinético UV- IFCC;
- GGT: Cinético (szasz modificado);

### *Avaliação comportamental*

Para o comportamento ingestivo, foram avaliados 2 (dois) animais para os diferentes tratamentos utilizados. As observações foram realizadas num período total de 24 horas, entre 07h00 do primeiro dia de coleta até as 07h00 do dia seguinte, de forma visual, pelo método de varredura instantânea, a intervalos de cinco minutos e registradas em formulários previamente elaborados.

As atividades comportamentais avaliadas foram: ingestão de água, ócio em pé ou deitado, alimentando-se e ruminando em pé ou deitado.

Foi realizado o controle do consumo de água durante 11 dias alternados, de modo a avaliar o consumo médio de água/instalação.

### *Desempenho semanal*

Todos os animais foram pesados para mensuração da massa corporal com auxílio de uma balança eletrônica. Foi obtido o peso inicial (PI - kg) e o peso final (PF - kg) e calculado a partir destes a média do peso vivo (MP - kg), ganho de peso por período (GPP - kg) e o ganho de peso médio (GPD - g) dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos.

### *Análises estatísticas*

Os tratamentos utilizados foram trabalhados como parcela principal e a hora como subparcela. Os dados fisiológicos bem como os padrões comportamentais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAS®, versão 9.4.

Na avaliação bioquímica do sangue, os dados foram transformados em logaritmo neperiano de Y, utilizando-se de parcelas subdivididas, sendo o tratamento parcela principal e coleta subparcela.

Para as análises quanto à característica seminal, foram calculados os desvios padrões da média dos dados para os diferentes tratamentos e analisados através do procedimento GLM, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função da divisão dos turnos para realização das análises quanto o conforto térmico proporcionado pelas instalações bem como das atividades fisiológicas e comportamentais dos ovinos submetidos as tais condições, dividiu-se o período das 24 horas em turno 1 (manhã, correspondente ao horário das 06h às 12h), turno 2 (tarde, 12h30 às 18h) e turno 3 (noturno, 18h30 às 05h30), e tal divisão deu-se em função da amplitude térmica, com maior expressividade entre os turnos 1 e 2 (5,74 °C e 6,05 °C, respectivamente), Tabela 3.

Tabela 3. Amplitude térmica existente para a divisão dos turnos de avaliação

Turnos com horários	Amplitude térmica* (°C)
Turno 1 (06h às 12h)	5,74
Turno 2 (12h30 às 18h)	6,05
18h30 às 05h30	0,29

\* Amplitude térmica obtida pela diferença da temperatura máxima e mínima para cada turno de avaliação ( $T_{máx} - T_{mín}$ )

A amplitude térmica dá-se por ser a diferença existente entre a maior e menor temperatura dos horários avaliados. Diante presente resultado, percebe-se que no turno 1 (manhã) e 2 (tarde) essa diferença de temperatura torna-se mais expressivo, de forma a realizar maiores interferências no ambiente submetido ao animal, com isso, todas as análises realizadas em função dos turnos, reporta-se ao 1 e 2.

Dados médios de velocidade do vento foram coletados em função dos horários, a fim de se avaliar o efeito que o mesmo exerce nas condições climáticas no interior das instalações, pois o ar é considerado importante dissipador térmico, auxiliando dessa forma, na troca térmica existente entre o telhado e o forro, bem como entre o forro e o animal (Tabela 4).

Tabela 4. Dados médios de velocidade do vento (em m/s) obtidos nos diferentes horários

Horários	Vv (m/s)
08h	1,6
10h	1,8
12h	1,0
14h	1,3
16h	1,0

A partir dos dados obtidos, entre os horários avaliados, a velocidade do vento manteve-se dentro de um intervalo próximo, e segundo Ferreira (2005), a velocidade do vento sempre será necessária, principalmente nas regiões onde a temperatura situa-se quase sempre acima da requerida para o conforto dos animais ou em regiões em dias quentes de verão, ela tem o objetivo de controle térmico, extraindo o calor produzido pelos animais para que a temperatura no interior das instalações não aumente, minimizando, assim, os efeitos estressante pelo calor nos animais.

Na avaliação descritiva dos dados climáticos, as médias da temperatura do ar ( $T_{bs1}$ ), bem como seus valores máximo e mínimo, apresentaram moderada oscilação, principalmente quando comparada a temperatura externa, alcançando valor médio de 29 °C e temperatura máxima de 32,5 °C (Tabela 5).

Tabela 5. Média dos dados climáticos durante 24h de avaliação entre os tratamentos

HORA	EVA $T_{bs1}$	EVA $T_{bs2}$	EVA $T_{bs3}$	LV $T_{bs1}$	LV $T_{bs2}$	LV $T_{bs3}$	SF $T_{bs1}$	SF $T_{bs3}$	Amb Ext $T_{bs}$
00h00	27,38	28,17	27,48	27,62	27,62	27,55	27,51	27,68	27,31
01h00	27,37	28,07	27,47	27,55	27,64	27,60	27,53	27,68	27,31
02h00	27,42	27,82	27,54	27,61	27,72	27,67	27,71	27,77	27,37
03h00	27,38	27,80	27,50	27,95	27,73	27,69	27,60	27,79	27,35
04h00	27,37	27,85	27,52	27,78	27,73	27,71	27,61	27,80	27,36
05h00	27,37	27,92	27,51	27,80	27,77	27,82	27,62	27,82	27,35
06h00	27,76	28,21	27,89	28,19	28,08	28,20	27,98	28,28	27,95
07h00	29,05	28,88	28,94	29,16	28,82	29,55	28,76	29,12	29,26
08h00	30,40	29,56	29,88	29,63	29,53	30,05	29,45	29,89	30,74
09h00	31,26	30,01	30,47	30,15	29,99	30,43	29,97	30,39	31,97
10h00	32,13	30,04	30,74	30,23	30,01	30,46	30,06	30,87	32,76
11h00	32,71	29,74	30,75	29,90	29,62	30,02	29,83	30,19	32,26
12h00	33,50	29,85	31,13	30,03	29,73	30,12	30,02	30,25	32,45
13h00	33,80	29,89	30,88	30,22	29,71	30,78	30,08	29,97	31,49
14h00	33,22	29,49	30,42	30,07	29,34	30,28	29,70	29,63	30,83
15h00	32,23	29,16	29,89	29,86	28,92	29,85	29,27	29,24	30,13
16h00	30,49	28,62	29,09	28,91	28,43	28,68	28,57	28,70	29,05
17h00	28,79	28,06	28,31	28,03	27,92	27,86	27,88	27,97	28,21
18h00	27,45	27,49	27,32	27,39	27,65	27,53	27,15	27,33	27,06
19h00	27,16	27,36	27,15	27,21	27,23	27,18	27,15	27,17	26,92
20h00	27,23	27,46	27,26	27,33	27,36	27,25	27,28	27,35	27,04
21h00	27,27	27,53	27,32	27,39	27,41	27,34	27,33	27,42	27,12
22h00	27,28	27,59	26,27	27,41	27,47	27,42	27,38	27,50	27,18
23h00	27,32	27,63	27,39	27,47	27,51	27,73	27,41	27,54	27,22
<i>Média</i>	<i>29,3</i>	<i>28,5</i>	<i>28,6</i>	<i>28,5</i>	<i>28,3</i>	<i>28,6</i>	<i>28,3</i>	<i>28,5</i>	<i>28,9</i>
<i>Valor máx.</i>	<i>33,8</i>	<i>30,0</i>	<i>31,1</i>	<i>30,2</i>	<i>30,0</i>	<i>30,8</i>	<i>30,0</i>	<i>30,9</i>	<i>32,5</i>
<i>Valor mín.</i>	<i>27,2</i>	<i>27,3</i>	<i>26,2</i>	<i>27,2</i>	<i>27,2</i>	<i>27,2</i>	<i>27,1</i>	<i>27,2</i>	<i>27,0</i>

EVA: etileno acetato de vinila; LV: longa vida; SF: sem forro; Amb Ext: ambiente externo;  $T_{bs1}$ : temperatura de bulbo seco 1;  $T_{bs2}$ : temperatura de bulbo seco 2;  $T_{bs3}$ : temperatura de bulbo seco 3

Com base nas temperaturas obtidas no ambiente externo, a temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ) revelou acréscimo até às 10h, atingindo seu valor máximo (32,8 °C), a partir de então, ocorreu o decréscimo e a temperatura ambiente atingiu o seu valor mínimo (27,0 °C) às 20h. Baseado na zona de conforto térmico (ZCT) para ovinos traçado por Baêta & Souza (2010), a situação de conforto térmico é estabelecido entre o intervalo de 15 a 30 °C,

porém vários são os relatos científicos, na qual animais, principalmente nativos, conseguem desempenho satisfatório quando os mesmos são mantidos em faixas de temperaturas mais elevadas (Eustáquio Filho et al., 2011). Mesmo nas diferentes situações, considera-se importante a utilização de barreiras físicas que diminuam essa faixa, e mantenha o animal sob o ponto de vista biológico, em homeotermia.

Para reduzir o impacto das condições climáticas sobre as respostas produtivas dos ovinos, tecnologias devem ser empregadas para permitir melhorias nas instalações, na tentativa de adequá-las dentro da realidade, às necessidades dos animais. Nesse aspecto, a utilização de instalações com e sem a presença de forro de coberta possibilita leve diminuição dos valores climáticos no interior das instalações. Na análise descritiva dos dados climáticos obtidos no período das 24 horas, percebe-se comportamento semelhante da  $T_{bs1}$  para os diferentes tratamentos analisados, atingindo seu valor máximo às 13h com 33,8; 30,2 e 30,0°C para as instalações com forro de E.V.A., LV e sem forro, respectivamente.

Nos resultados encontrados para o mesmo horário (13h - valor máximo observado da  $T_{bs1}$ ), percebe-se que a  $T_{bs2}$ , localizada a 20 cm abaixo do forro de coberta, registrou diminuição da temperatura, com 29,8 °C (redução de 4 °C) e 29,7 °C (redução de 0,5 °C) para os tratamentos E.V.A. e LV, respectivamente.

Ao traçar as temperaturas registradas, nota-se oscilação das mesmas no transcorrer do dia; Caso observado também no tratamento controle, porém o uso do forro de coberta auxiliou, principalmente nos horários mais quentes, pequena diminuição da temperatura interna da instalação, auxiliando no seu conforto térmico (Figura 16A, 16B e 16 C).

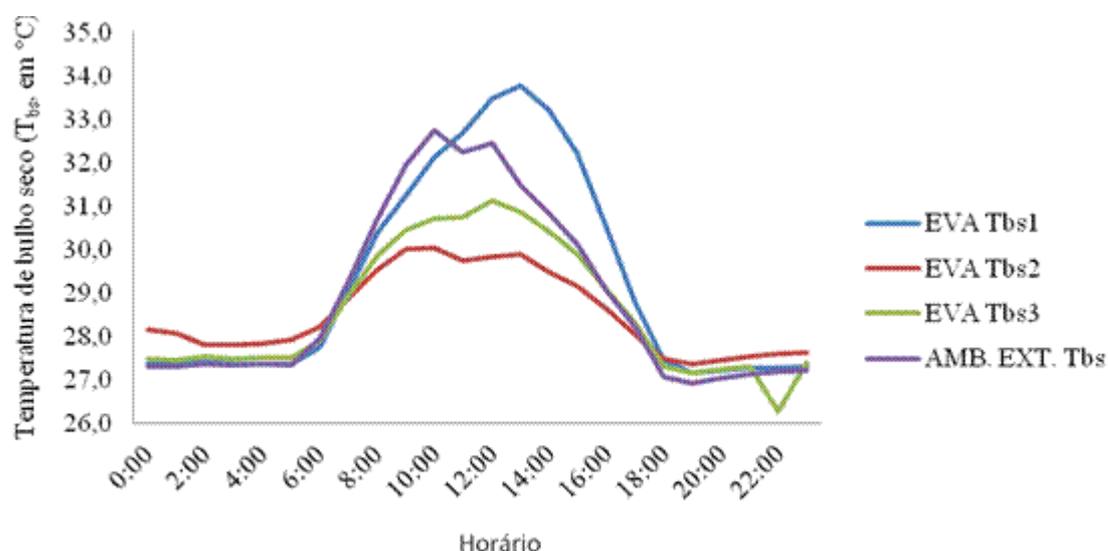


Figura 16A. Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação com forro de coberta a base de E.V.A.

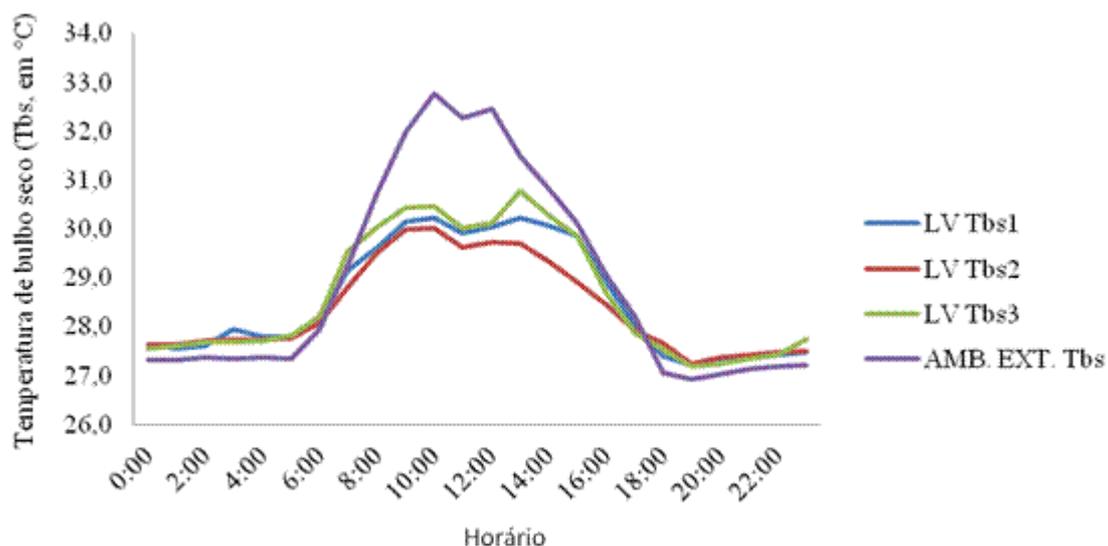


Figura 16B. Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação com forro de coberta a base de embalagem longa vida

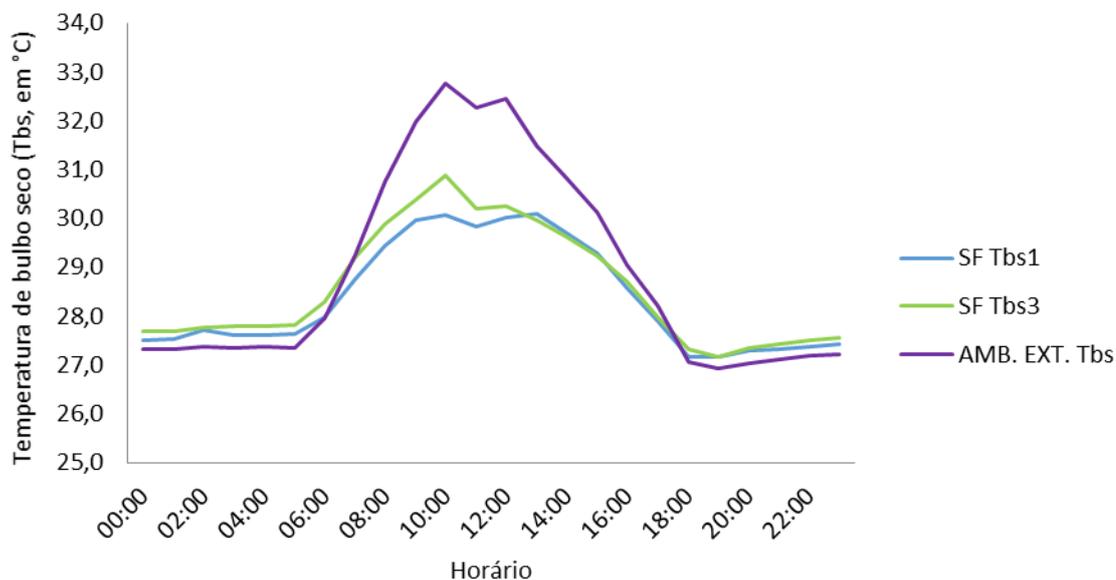


Figura 16C. Comportamento dos dados climáticos da temperatura de bulbo seco nas diferentes alturas, no decorrer das 24 horas na instalação sem forro de coberta

O forro de coberta emprega-se como barreira física secundária, responsável por amenizar as condições térmicas no interior das instalações, tal finalidade foi otimizada na instalação com forro a base de E.V.A., com diminuição da  $T_{bs1}$  para a  $T_{bs2}$  de 33,8 °C a 29,9 °C (às 13h00), respectivamente. Fato visto pelas características do material em uso,

garantindo maior isolamento térmico em função de sua baixa condutividade térmica. Resultado esse semelhante ao observado por Costa (2015) que relata a capacidade térmica do E.V.A. como importante material a ser trabalhado como forro. A situação permite com que a temperatura que seja transmitida para o animal diminua consideravelmente.

A utilização dos forros de cobertura permitiu diminuição da temperatura no interior da instalação, registrada através do  $T_{bs2}$ , no decorrer das 24 horas, enfatizando que os forros, principalmente de E.V.A., possui maior inércia térmica, demandando maior tempo para redução da temperatura do material. Para Abreu & Abreu (2005) a proteção contra insolação direta dos telhados pode ser feita com uso de forros de alto poder refletivo e material de grande inércia térmica, pois esta última relaciona-se a transferência de calor do ambiente externo para o interno.

As temperaturas no interior das instalações sem forro, das 08h às 18h, foram menores que temperatura ambiente externa, fato influenciado pela ventilação, proporcionando dissipação da energia térmica através da convecção. Já a quase inexistente circulação do ar nas instalações com forro (no bolsão de ar) proporcionou pouca troca de ar entre o meio interno e externo, pois segundo Carneiro (2014) a incidência da radiação solar aumenta as temperaturas internas e a massa de ar quente não é dissipada pelas correntes laterais e ascendentes, elevando a temperatura no interior do bolsão de ar. Tal fato se torna favorável quando o material utilizado para o forro de cobertura tenha propriedades térmicas que assegurem condições internas favoráveis.

Diante análise de variância, houve interação tripla significativa ( $p < 0,05$ ) entre os turnos (manhã e tarde), tratamentos (E.V.A., LV e Sem forro) e sensores de temperatura de bulbo seco ( $T_{bs1}$ ,  $T_{bs2}$  e  $T_{bs3}$ ), (Tabela 6 e 7).

Tabela 6. Resumo da análise de variância referente ao efeito dos tratamentos, turnos e disposição dos sensores nas instalações sob temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )

FV	GL	Quadrado médio
Turno	1	93,519*
Tratamento	2	121,348*
Turno*Trat	2	8,496*
Sensor	2	100,790*
Turno*Sensor	2	9,191*
Trat*Sensor	2	77,834*
Turno*Trat*Sensor	3	3,183*
CV (%)	3,36	

\* Efeito significativo a 5% pelo teste de Tukey

As temperaturas de todos os sensores, no fator turno, foram acentuadas no período da manhã, independente dos tratamentos, bem como da disposição dos sensores, com pequena oscilação da mesma em menos de 1 °C entre os turnos.

Tabela 7. Médias dos dados de temperatura do ar (em °C) obtidos pelos diferentes sensores de bulbo seco ( $T_{bs1}$ ,  $T_{bs2}$  e  $T_{bs3}$ ) dentro dos tratamentos (E.V.A., LV e Sem forro) nos distintos turnos avaliados (manhã e tarde)

Turnos	Temperatura do ar (°C)			Média
	EVA			
	$T_{bs1}$	$T_{bs2}$	$T_{bs3}$	
Manhã	31,0 <sup>BaA'</sup>	29,5 <sup>AaC'</sup>	30,0 <sup>AaB'</sup>	30,2
Tarde	31,3 <sup>AaA'</sup>	28,4 <sup>BaC'</sup>	29,5 <sup>BaB'</sup>	29,7
Média	31,1	28,9	29,7	
	LV			Média
	$T_{bs1}$	$T_{bs2}$	$T_{bs3}$	
Manhã	29,6 <sup>AbAB'</sup>	29,4 <sup>AaB'</sup>	29,8 <sup>AaA'</sup>	29,6
Tarde	29,2 <sup>BbAB'</sup>	28,9 <sup>BaB'</sup>	29,3 <sup>BaA'</sup>	29,1
Média	29,4	29,1	29,5	
	Sem forro			Média
	$T_{bs1}$		$T_{bs3}$	
Manhã	29,4 <sup>AbB'</sup>		29,9 <sup>AaA'</sup>	29,6
Tarde	28,9 <sup>BbA'</sup>		28,9 <sup>BbA'</sup>	28,9
Média	29,1		29,4	
	Ambiente Externo			
Manhã			31,0	
Tarde			29,9	

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas) na coluna, minúscula (coluna – para o mesmo parâmetro) e maiúscula' (linha – para o mesmo parâmetro) não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para o mesmo parâmetro; Turnos<sup>1</sup>: Manhã (06h00 às 12h00), tarde (12h30 às 18h00)

O resultado relaciona-se ao comportamento observado da temperatura no ambiente externo, com maior média no período da manhã (31,0 °C) diminuindo no período da tarde (29,8 °C), de forma a refletir no interior das instalações com e sem a presença do forro. A temperatura no interior das instalações varia em função das temperaturas ambientais externas, pois quanto maior sua temperatura em determinado turno, isso refletirá no ambiente interno da instalação.

Resultados semelhantes foram encontrados por Costa (2015) ao trabalhar com forros a base de E.V.A. e resíduos industriais, que observou aumento da temperatura interna dos protótipos à medida que a temperatura externa elevava-se. Resultados semelhantes foram observados por Castro (2012) ao trabalhar com instalação a base de

telha de fibrocimento com e sem forro de polipropileno, o aumento da temperatura interna foi baseado no aumento da temperatura externa.

Ao preconizar a faixa de conforto térmico para ovinos, enfatiza-se que a temperatura do ar deve situar-se entre 15 °C a 30 °C (Baêta & Souza, 2010), e não atingir o limite crítico superior de 35 °C. Os resultados para os diferentes turnos (manhã e tarde) permitiu considerar que em ambos os turnos, mantiveram-se acima do conforto térmico apenas aos ovinos submetidos à instalação com forro de E.V.A., porém não ultrapassou o limite crítico superior.

Essa faixa de conforto térmico proposto por Baêta & Souza (2010) torna-se questionável, principalmente quando aplicado a animais nativos criados em regiões semiáridas, uma vez que demonstram capacidade adaptativa, sem prejuízo no desempenho quando submetidos a faixas de temperaturas mais elevadas do que as descritas pelo respectivo autor.

A maior temperatura média (31,3 °C) deu-se na instalação com forro E.V.A no turno da tarde (12h30 às 18h) no  $T_{bs1}$ . Fato relacionando provavelmente a maior inércia térmica do material bem como sua coloração (preta), e ainda da energia térmica presente no bolsão de ar existente entre a telha e o forro, fato observado também por Camerini et al. (2009) ao trabalharem com modelos reduzidos de instalações agropecuárias a base de EVA.

Pela característica da condutividade térmica da telha de fibrocimento, com 0,95 (W/(m.K)), (NBR 15220:2; 2005), parte da radiação que incide sobre a telha é transmitida para o bolsão de ar, permitindo que o forro realize sua principal função, que é refletir parte da energia térmica transmitida pela telha. No caso específico do material utilizado para o forro, percebe-se que o forro à base de E.V.A. permitiu refletir maior parte da energia térmica quando comparada com o outro material, evidenciando aquecimento nessa porção.

A condutividade térmica de um material é uma importante característica para a escolha de material utilizado, a exemplo, como forro, pois segundo Costa (2015), a condutividade é a medida da capacidade de um material em conduzir calor, e quanto menor seu valor, melhor será a sua resistência térmica, conseqüentemente, melhor isolante térmico. Conforme a NBR 15220:2 (2005), a condutividade do E.V.A. é ( $\kappa$ ) = 0,25 (W/(m.K)), e pode ser utilizada como um bom isolante térmico.

Ao observar os resultados obtidos para o tratamento sem forro, observa-se menores temperaturas registradas ao compara-las com os demais tratamentos. Tal resultado pode estar relacionado a altura da telha ao piso utilizado (2,70m) maior que as instalações com

forro (2,00m) em razão do espaçamento utilizado para o mesmo (0,70m). Esse maior espaço permitiu maior dissipação da energia térmica transmitida pela telha. Segundo Carvalho (2013) a ventilação no interior da instalação é responsável pela dispersão do excesso de calor, além de remoção do excesso de umidade e gases nocivos.

Os resultados obtidos para o efeito dos sensores de  $T_{bs}$  evidenciaram maior temperatura registrada nas instalações à base de forro no E.V.A. no sensor localizado no bolsão de ar ( $T_{bs1}$ ), independente dos turnos, seguida da diminuição da temperatura ( $T_{bs2}$ ) e acentuação na  $T_{bs3}$ . Dentro dos aspectos funcionais, o material E.V.A. atuou como importante barreira física secundária da energia térmica transmitida, possibilitando condições mais favoráveis no interior das instalações, com redução  $T_{bs1}$  (31 °C) para  $T_{bs2}$  (29,5 °C, manhã) e  $T_{bs1}$  (31,3 °C) e  $T_{bs2}$  (28,4 °C, tarde), reduzindo 1,5 °C e 2,9 °C, respectivamente.

Apesar da redução observada da temperatura do E.V.A., observa-se que o sensor  $T_{bs3}$  houve aumento da temperatura, com 30,0 °C e 29,5 °C, para turno manhã e tarde, respectivamente. Caso semelhante ao tratamento LV, pois no intervalo da  $T_{bs2}$  à  $T_{bs3}$ , observa-se aumento da temperatura média de 29,1 °C a 29,5 °C, assim como ao tratamento controle, com aumento da  $T_{bs1}$  à  $T_{bs3}$ , com 29,1 °C a 29,4 °C. O resultado refere-se além do calor metabólico liberado pelos ovinos em função da posição dos sensores a altura correspondente ao centro de massa dos animais, reporta-se também pela radiação solar indireta, que principalmente no período da tarde, incide no interior das instalações, aumentando, independente dos tratamentos, a temperatura registrada no  $T_{bs3}$ .

O simples fato de se realizar um fechamento numa estrutura da instalação garante melhorias do conforto no interior da instalação, e segundo Riveiro (1986), a capacidade de amortecimento é uma propriedade do fechamento e visa diminuir a amplitude das variações térmicas, indicando que um fechamento qualquer é capaz de amortecer a onda térmica exterior.

O material utilizado no forro à base do E.V.A. permitiu melhores condições no presente estudo, e reflete-se tal justificativa em função das características do material empregado, diferente aos outros tratamentos testados.

Utilizando o E.V.A. como matéria prima do forro, Camerini & Nascimento (2012) bem como Costa (2015) observaram redução térmica na utilização do material no interior das instalações, enfatizando a eficiência no uso desse material, de forma a auxiliar as condições internas das instalações, sem onerar nos custos de produção.

Ao analisar os gradientes térmicos obtidos em função das diferenças de temperaturas do ar, entre a  $T_{bs1}$  e  $T_{bs2}$ , observa-se a variação do gradiente entre os tratamentos com o uso do forro (Figura 17).

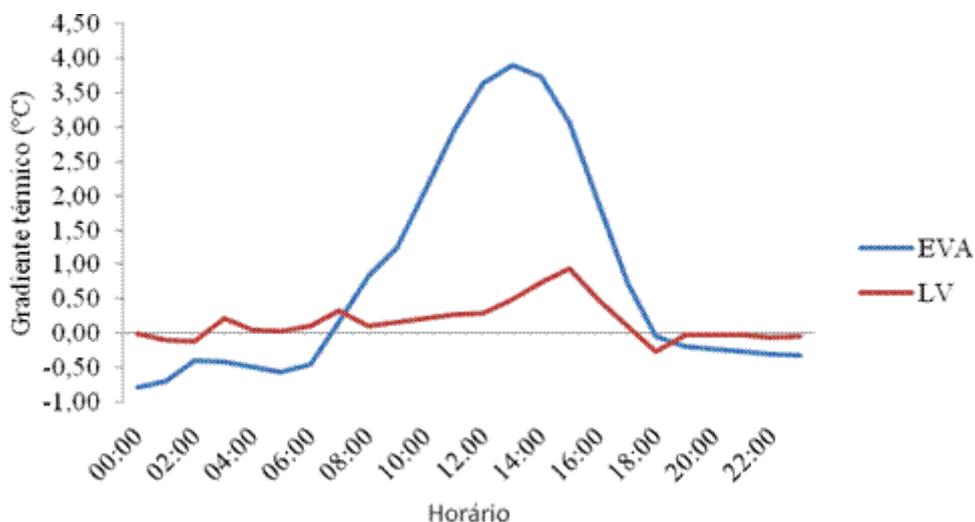


Figura 17. Gradiente térmico (°C) existente entre o interior do bolsão de ar ( $T_{bs1}$ ) e 20cm após o forro ( $T_{bs2}$ ) no decorrer das 24 horas de avaliação

O gradiente térmico revela o sentido do fluxo de calor ao longo do dia, e diante os resultados encontrados, percebe-se acentuada diferença entre os materiais de forros empregados (E.V.A. e embalagem longa vida) no período das 24 horas, sendo o E.V.A. o material que proporcionou maior gradiente térmico no intervalo das 08h00 às 18h00, representado pelo gradiente acima de zero, indicando desse modo que o sentido do fluxo de calor foi do  $T_{bs1}$  ao  $T_{bs2}$ . Diferente apenas para o horário das 19h00 às 07h00, onde o fluxo de calor se mostrou invertido, caracterizando-se pelo gradiente negativo.

No decorrer do tratamento a base de embalagem longa vida, a curva observada do gradiente térmico existente foi pouco pronunciada, com leves modificações no decorrer das 24 horas de avaliação, e emprega-se tal resultado as propriedades térmicas do material em questão.

O gradiente térmico máximo obtido com o uso do forro a partir do E.V.A. (aprox. +4 °C) permite enfatizar a eficiência das propriedades térmicas presentes no material em questão, sendo este capaz de diminuir a temperatura no interior das instalações, e para que ocorra a transmissão de energia térmica em forma de calor entre os meios, torna-se necessário a diferença de temperatura, como abordado por Abreu et al. (2011).

Vale salientar que nos resultados obtidos, a influência dos fatores externos (a exemplo da movimentação do ar) foi pouco manifestada nos resultados em questão,

diferentemente do ocorrido no gradiente térmico da  $T_{bs2}$  e  $T_{bs3}$ , este caracterizado por ser o gradiente obtido a partir da diferença da temperatura após o forro de cobertura e da temperatura obtida à altura correspondente ao centro de massa dos animais, com maior influência dos fatores externos (Figura 18).

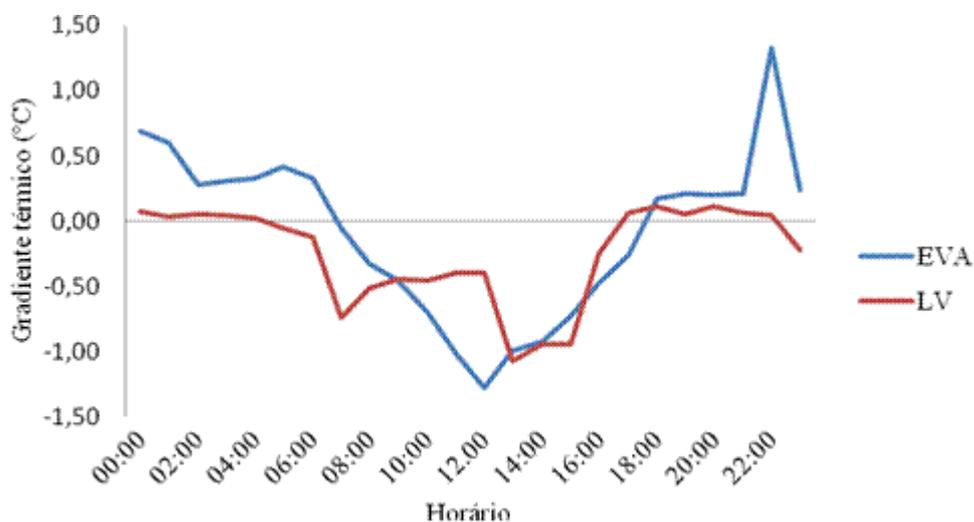


Figura 18. Gradiente térmico (°C) existente a partir da diferença da temperatura após o forro ( $T_{bs2}$ ) e a altura correspondente ao centro de massa dos animais ( $T_{bs3}$ ) no decorrer das 24 horas de avaliação

Ao relatar o ocorrido no gradiente térmico em questão, o intervalo das 07h00 às 17h00 para ambos os tratamentos utilizados (E.V.A. e LV), esboçaram gradiente negativo, ou seja, a temperatura obtida a partir do  $T_{bs3}$  nesses horários foi maior que aquelas obtidas através do sensor da  $T_{bs2}$ , alcançando gradiente negativo máximo às 12h00, com aproximadamente 1,5 °C de diferença.

O comportamento observado está ligado principalmente ao fato dos fatores externos exercerem influência direta, através da movimentação do ar, radiação solar refletida para o interior das instalações, calor metabólico dos animais, dentre outros, gerando como consequência, aumento da temperatura do ar na altura correspondente ao centro de massa dos animais, elucidando essa diferença obtida no presente estudo.

O gradiente térmico entre o  $T_{bs1}$  e  $T_{bs3}$  mais propício quanto ao desempenho térmico existente, revelou que o forro a base de E.V.A. realizou melhor função térmica, principalmente no intervalo das 08h00 às 18h00. Diferente ao ocorrido para os demais tratamentos (embalagem longa vida e sem forro) por observar-se pequena variação entre os horários avaliados, e acentuação do gradiente negativo nos horários, em função dos fatores externos (radiação solar, ventilação) exercerem influência sobre tal (Figura 19).

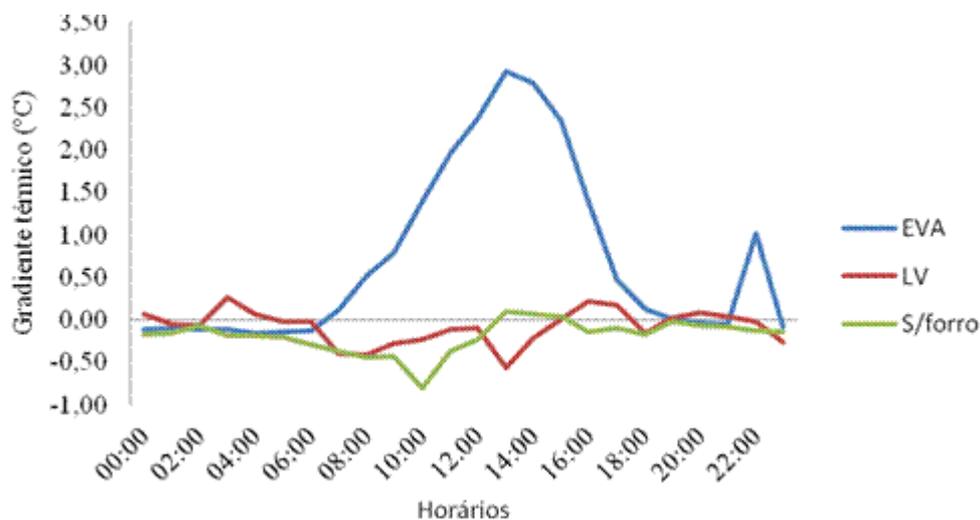


Figura 19. Gradiente térmico (°C) existente a partir da diferença de temperatura do interior do bolsão de ar e na altura correspondente ao centro de massa dos animais nos diferentes tratamentos analisados dentro do período de 24 horas de avaliação

Diante os resultados obtidos, o melhor desempenho térmico expresso pelas temperaturas registradas, aponta o forro confeccionado a partir do E.V.A. como responsável por proporcionar no interior das instalações condições mais favoráveis, diminuindo a transmissão da energia térmica, permitindo, supostamente, melhores condições aos animais ali submetidos.

A carga térmica de radiação expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente do ambiente ao redor, e sua análise entre as instalações reportou acentuação deste às instalações sem a utilização do forro de coberta, apresentando maiores médias independente dos horários analisados, diminuindo apenas nos horários das 12h00 e 16h00, com 403,53 e 394,81  $W\ m^{-2}$ , respectivamente, porém ainda maior que os demais CTR's dos outros tratamentos (Figura 20).

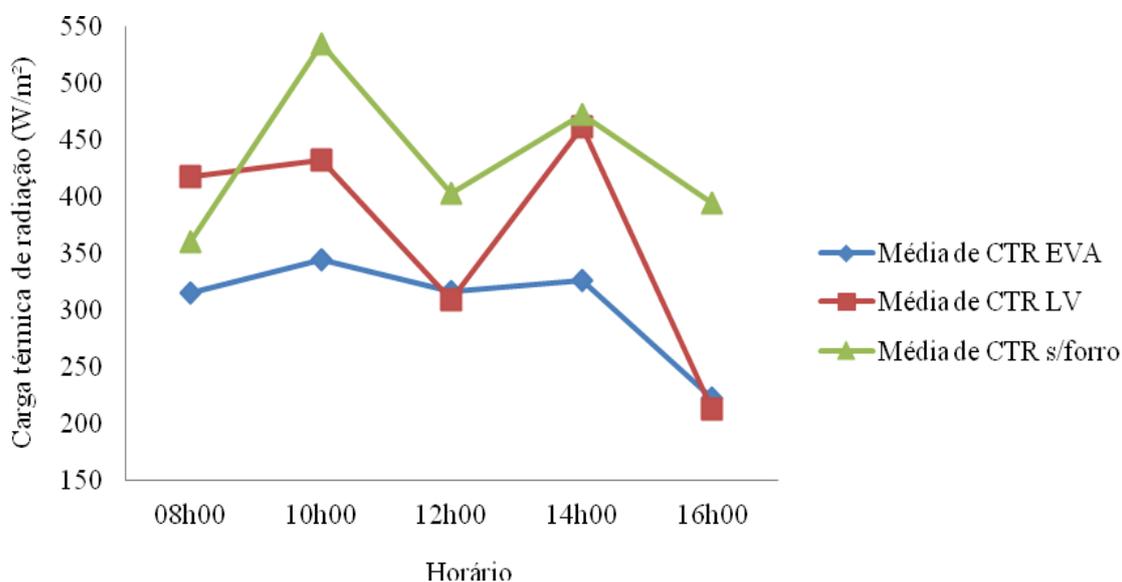


Figura 20. Carga térmica de radiação (CTR, em  $W/m^2$ ) nos diferentes tratamentos avaliados em função dos horários

Ao analisar os tratamentos com forro, observa-se diminuição da CTR, evidenciando que sua utilização permite melhores condições de conforto térmico no interior das instalações, principalmente o forro a base de E.V.A., expresso em menor variação da CTR (222,52 a 344,34  $W m^{-2}$ ) entre os horários.

Conforme Esmay (1982), a CTR é um importante indicador das condições térmicas ambientais e um dos principais componentes do balanço de energia entre o animal e o meio que o circunda, e as instalações devem diminuir tal balanço até um limite de otimização.

O resultado expresso está correlacionado as características físicas das instalações, como tamanho, orientação, altura de pé-direito e tipo de telha utilizada, aliado ainda ao calor dissipado pelos animais, pois tais características afetaram a magnitude dos componentes da CTR, semelhante aos achados de Bond et al. (1954).

Resultados semelhantes foram alcançados por Fiorelli et al. (2009), ao trabalharem com eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagem longa vida, observaram elevação das condições ambientais, no que diz respeito ao CTR até às 14h00 para as instalações com telha de fibrocimento sem forro. Com tais resultados encontrados no referido estudo, permitiu-se concluir que materiais alternativos são uma excelente opção a ser empregada nas instalações de forma a proporcionar melhores condições térmicas no interior da instalação.

Segundo Turco et al. (1998) existe relação direta do ITGU (índice de temperatura globo negro e umidade) com os dados de CTR, pois a carga térmica radiante é um parâmetro que influi nas condições térmicas ambientais detectadas pelo ITGU. Ao observar os resultados obtidos do ITGU, tal diferença entre os tratamentos não foram acentuados, evidenciando comportamento semelhante da CTR, principalmente com menores valores para o tratamento de menor carga térmica, o E.V.A. (Tabela 8).

Através da análise de variância, houve interação dupla entre os tratamentos (E.V.A., embalagem longa vida e sem forro) ( $p < 0,05$ ) e os turnos (manhã e tarde) para o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU) (Tabela 8 e 9).

Tabela 8. Resumo da análise de variância correspondente ao efeito dos tratamentos e turnos de avaliação sob o índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU)

FV	GL	Quadrado médio
Tratamento (forros - a)	2	42,780*
Resíduo (a)	153	2,22
Parcelas	155	-
Tratamento (turnos - b)	1	238,52*
Forro x turno	2	12,96*
Resíduo	153	1,27
Total	311	
CV (a) %	1,81	
CV (b) %	1,38	

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 9. Médias obtidas do índice de temperatura globo negro e umidade (ITGU) em função dos tratamentos (E.V.A., longa vida e sem forro) e turnos (manhã e tarde) durante o período experimental

Tratamentos	ITGU		Média geral
	Turnos		
	Manhã	Tarde	
E.V.A.	82,72 <sup>bA</sup>	80,22 <sup>bB</sup>	81,47
Longa vida	82,98 <sup>abA</sup>	81,87 <sup>abB</sup>	82,42
Sem forro	83,51 <sup>aA</sup>	81,87 <sup>abB</sup>	82,69
<i>Média geral</i>	<i>83,07</i>	<i>81,32</i>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para o mesmo parâmetro

Conforme Leite et al. (2012) os índices de conforto térmico, como o ITGU, foram desenvolvidos para caracterizar o ambiente térmico que circunda o animal, que reúne os efeitos combinados de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e ventilação, e com isso, está totalmente correlacionada às modificações climáticas locais. Com isso, analisando o efeito dos turnos sobre tal índice, observa-se ITGU superior pela manhã, esboçando como média geral 83,07 vs 81,32 obtido à tarde.

Tais resultados atribuem-se as condições climáticas no decorrer do dia, que anteriormente observado (Tabela 5) esboçaram maiores médias de temperatura ambiente durante o turno da manhã, refletindo desse modo no ITGU, com maiores médias no referido turno. Relatos semelhantes foram observados por Cordão et al. (2010) e Leite et al. (2012) ao atribuírem a acentuação do ITGU ao aumento da temperatura ambiente no turno específico.

Ao tratar dos valores referenciais para esse índice, várias são as literaturas que relatam conforto térmico aos animais quando o mesmo não ultrapassa os 80 (Ribeiro et al., 2008), porém ao trabalhar em regiões semiáridas, principalmente com genótipo nativo, tal condição pode surtir novas perspectivas, com adaptação dos animais sem interferência no desempenho animal quando este índice é maior que 80, assim como visto no presente estudo, pois a elevação do índice nas diferentes instalações não resultou em desempenho distinto entre os animais, muito menos queda no desempenho (Eustáquio Filho et al., 2011).

Ao tratar a diferença ocorrida entre os tratamentos, as instalações à base do forro E.V.A. evidenciaram ITGU inferior, atingindo médias na ordem de 82,7 e 80,2, para manhã e tarde, respectivamente, cuja média baseou-se em 81,4 para este índice; diferente ao ocorrido para as instalações à base de longa vida e sem forro, com valores superiores, apresentando médias de 82,9, 81,8 e 83,5, 81,8 para manhã e tarde, respectivamente.

A partir dos dados encontrados de ITGU inferiores para o E.V.A., o mesmo seguiu tendência existente entre os resultados obtidos para CTR, com menores valores para o tratamento referente, por existir determinada correlação entre os índices.

Ao trabalharem com forro E.V.A. Camerini et al. (2009) observaram redução do ITGU nas instalações providos de tal material, porém observaram valores inferiores ao encontrado no presente estudo, com valor máximo no período da tarde, atingindo 77, pois tal resultado empregou-se principalmente as condições externas do local de estudo. Resultados semelhantes também aos encontrados por Camerini & Nascimento (2012) ao trabalharem com o índice de ITU.

As propriedades térmicas do E.V.A. proporcionaram, mesmo que em pequena escala, diminuição das condições internas das instalações, sendo repercutido no ITGU, proporcionando teoricamente nos animais, melhores condições térmicas, quando posicionados a área coberta da instalação, situação diferente nos demais tratamentos com maior índice observado. Fiorelli et al. (2009) ao trabalharem com a eficiência térmica de telhas fibrocimento com e sem forro, observaram através dos índices CTR e ITGU, piores condições nas instalações sem a presença do forro de cobertura, resultado esse semelhante ao presente estudo.

Nos resultados obtidos, as piores condições no interior das instalações sem forro foram afirmadas pelo maior ITGU (média geral 82,7). Conforme Fiorelli et al. (2012) e Barnabé et al. (2015) a utilização de algum forro de cobertura possibilita melhorias nas condições internas das instalações, como observado no presente estudo, que a utilização do

forro possibilitou, mesmo que pouco manifestada, redução do ITGU. Silva et al. (2015) ao trabalharem com conforto térmico de protótipos de instalações, encontraram ITGU de 76 para coberturas a base de fibrocimento acrescido de forro com embalagens longa vida e 80 para cobertura de fibrocimento sem a utilização de forro.

Em contrapartida, existem vários relatos na literatura científica (Costa et al., 2014; Oliveira et al., 2013) que permitem considerar pequena alteração no desempenho bem como no comportamento de ovinos da raça Santa Inês quando submetidos a condições de ITGU acima daquela considerada como zona de conforto térmico, levando a crer, que as condições impostas aos animais do presente estudo mantiveram os animais em condições satisfatórias de desempenho, principalmente aqueles submetidos as instalações com forro a base de E.V.A. De forma a considerar que novos trabalhos possam permitir a criação de novas faixas de conforto térmico para esses animais nativos criados em condições de regiões semiáridas.

Através do resumo de análise de variância observa-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) dos horários e tratamentos avaliados sob a temperatura superficial da cobertura ( $T_{sup}$ ) por meio de termômetro de infravermelho (Tabela 10 e 11).

Tabela 10. Resumo da análise de variância referente ao efeito dos tratamentos (sem forro, EVA, LV) e aos horários de observação (10h00, 12h00, 14h00 e 16h00) sobre a temperatura superficial da cobertura ( $T_{sup}$ )

FV	GL	Quadrado médio
Tratamento (a)	2	104,410*
Resíduo (a)	15	10,027
Parcelas	17	-
Horários (b)	3	98,228*
Trat*Horários	6	8,494*
Resíduo (b)	45	2,4718
CV (a) %	9,20	
CV (b) %	4,57	

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Independente dos horários de avaliação, a instalação sem utilização de forro de cobertura esboçou maiores médias de temperatura superficial, com variação de 33,2 °C a 40,9 °C, com diferença de aproximadamente 8 °C entre os horários e média geral de 36,8 °C, valor esse superior aos demais tratamentos, com 33,0 °C e 33,5 °C para a instalação a base de forro LV e E.V.A., respectivamente. Tal resultado baseia-se em função das

condições climáticas no decorrer do dia, uma vez que temperaturas externas mais elevadas foram também observadas entre 10h00 às 14h00.

Tabela 11. Média da temperatura superficial em função dos horários e tratamentos analisados

Horários	Temperatura superficial (T <sub>sup</sub> , °C)			Média Geral (°C)
	Sem forro	Longa vida	E.V.A.	
10h00	34,9 <sup>aC</sup>	31,3 <sup>bB</sup>	31,3 <sup>bC</sup>	32,5
12h00	38,3 <sup>aB</sup>	32,9 <sup>bB</sup>	33,8 <sup>bAB</sup>	35,0
14h00	40,9 <sup>aA</sup>	35,6 <sup>bA</sup>	36,0 <sup>bA</sup>	37,5
16h00	33,2 <sup>aC</sup>	32,1 <sup>aB</sup>	32,9 <sup>aBC</sup>	32,7
<i>Média geral (°C)</i>	<i>36,8</i>	<i>33,0</i>	<i>33,5</i>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula para linha e maiúscula para coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para o mesmo parâmetro

O resultado observado da T<sub>sup</sub> da telha reporta-se as características das propriedades térmicas do material empregado. De acordo com a NBR 15220 (2005) sua elevada condutividade térmica (habilidade do material em conduzir energia térmica) de 0,95 (W/(m.K)) e calor específico (variação térmica ao receber determinada quantidade de energia térmica) de 0,84 (KJ/(kg K<sup>-1</sup>)) proporcionaram ao material valores superiores da temperatura, em função de sua maior energia térmica.

Fiorelli et al. (2009) ao trabalharem com avaliação da eficiência térmica de telha de fibrocimento e reciclada, observaram piores condições térmicas no interior das instalações à base de telha de fibrocimento. Assim como Fiorreli et al. (2012), ao analisarem a eficiência térmica de telhas de fibrocimento onduladas em abrigos de bezerros, constaram valores superiores de ITGU, situando-se acima da faixa de conforto térmico para os animais, sendo apresentado como pior condição empregada aos animais.

Barnabé et al. (2015) ao trabalharem com conforto térmico e desempenho de bezerros em abrigos individuais com diferentes materiais de cobertura, concluíram haver piores condições térmicas as instalações a base de telha de fibrocimento, com acentuação do desconforto às 14h00, semelhante aos encontrados no presente estudo.

As T<sub>sup</sub> inferiores obtidas nos demais tratamentos (longa vida e E.V.A.) reportam-se provavelmente as características das propriedades térmicas de cada material, além da presença do bolsão de ar, que segundo Barnabé et al. (2014), o ar existente entre a cobertura e o forro emprega-se por ser um mau condutor térmico, atuando como importante isolante, e resultando em melhores condições.

Ao analisar as temperaturas superficiais da cobertura em função dos horários, verificam-se médias superiores, independente dos tratamentos, às 14h00, esboçando média geral de 37,5 °C. A partir dos valores observados, permite-se inferir que os mesmos seguem tendência das condições climáticas do ambiente externo, pois à medida que a temperatura externa aumenta, conseqüentemente resultará no aquecimento da telha, gerando tais resultados (Figura 21).

O resultado em questão já era esperado, uma vez que tais respostas são baseadas nas condições externas que refletem no interior das instalações. O comportamento observado foi semelhante ao tratar-se dos tratamentos, por apresentarem médias superiores às 14h00 e inferiores às 16h00.

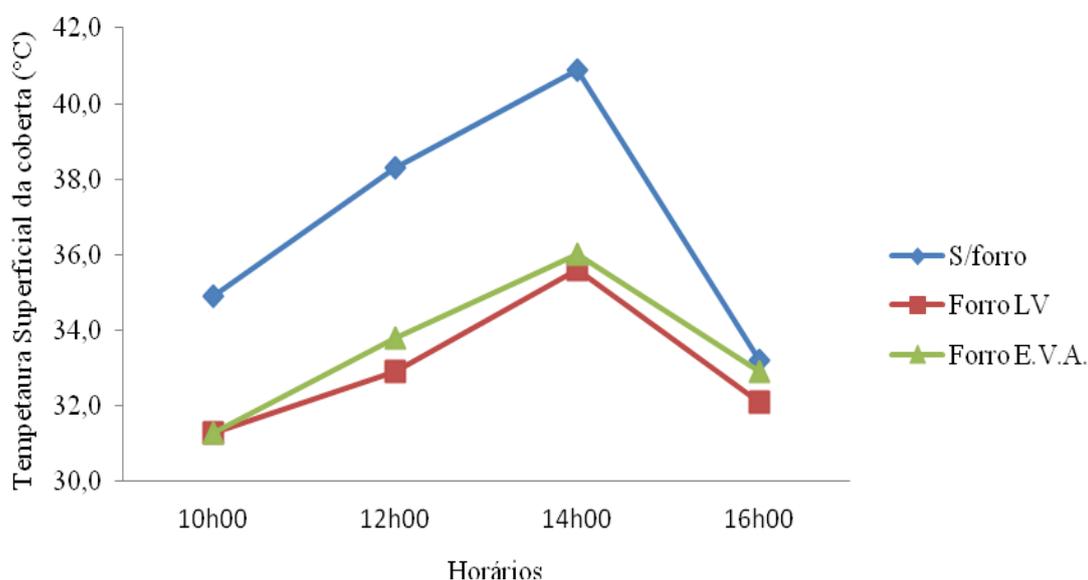


Figura 21. Temperatura superficial por infravermelho da cobertura na face interna dos diferentes tratamentos nos horários de avaliação

Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisas ao analisar o conforto térmico das instalações compostas por telha de fibrocimento, e observar acentuação da temperatura superficial no intervalo das 12h00 às 14h00 (Barnabé et al., 2015; Costa, 2015; Silva et al., 2015; Barnabé et al., 2014; Fiorelli et al., 2012).

De modo avaliativo, foram obtidas imagens termográficas da face externa da instalação por meio de câmera termográfica, avaliando de modo descritivo as temperaturas registradas nos diferentes horários e tratamentos testados (Figura 22A, 22B e 22C).

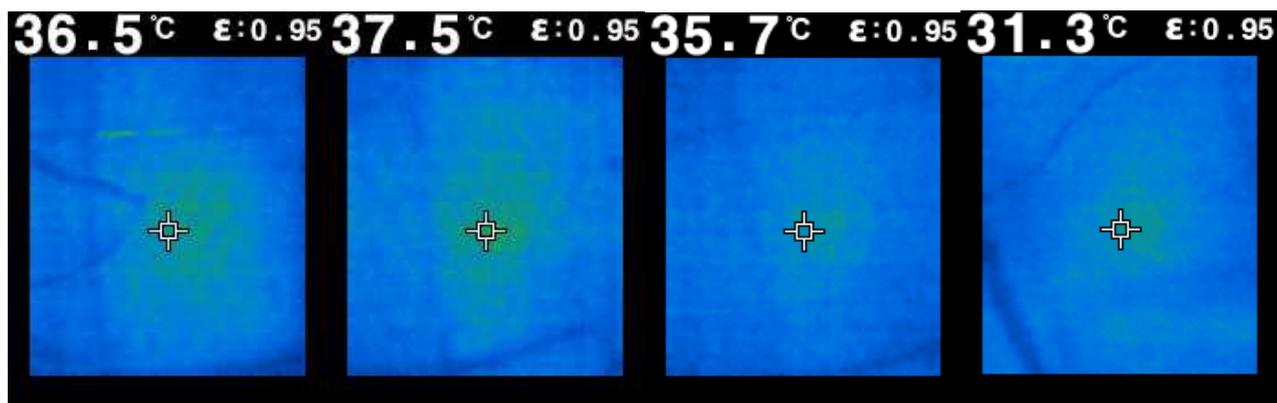


Figura 22A. Imagens térmicas da face inferior das instalações a base do forro E.V.A. nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00

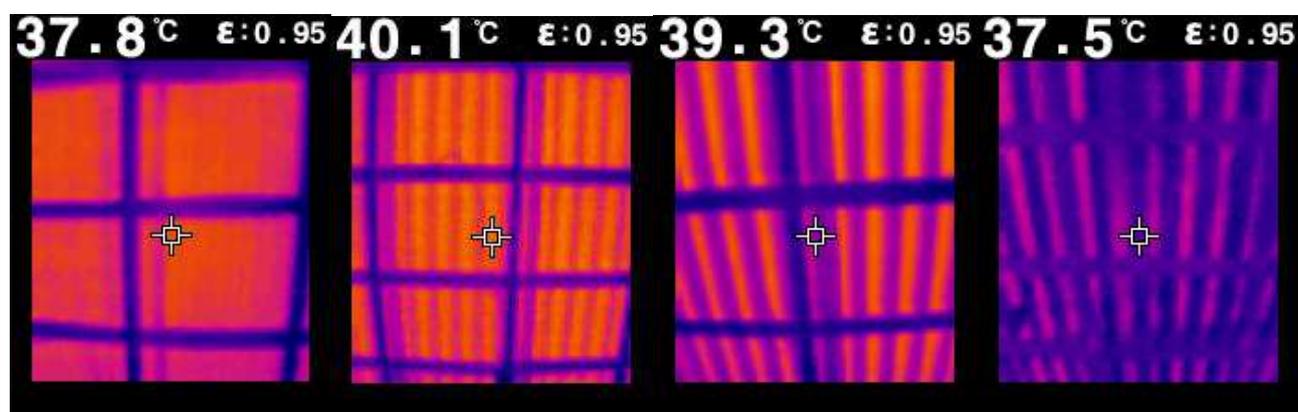


Figura 22B. Imagens térmicas da face inferior das instalações com telha de fibrocimento sem forro térmico nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00

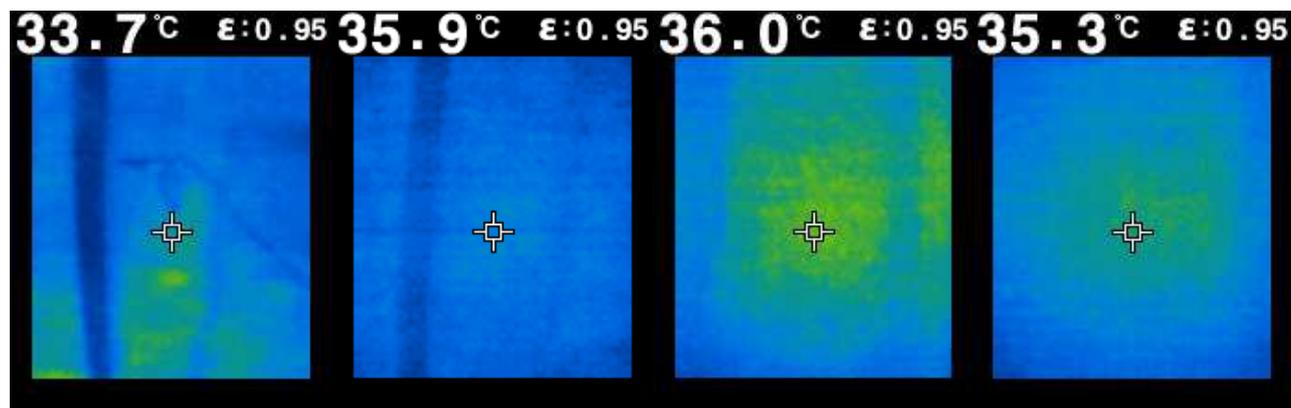


Figura 22C. Imagens térmicas da face inferior das instalações com forro térmico a base de embalagem longa vida nos horários de avaliação, às 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00

A partir das imagens, pode-se perceber variação da temperatura tanto em função dos diferentes tratamentos empregados (forro à base de E.V.A., forro à base de embalagens longa vida e instalação desprovida de forro) bem como em função dos horários de

avaliação (10h00, 12h00, 14h00 e 16h00), com variação de 31,3 °C a 37,5 °C; 37,5 °C a 40,1 °C; 33,7 °C a 36,0 °C para E.V.A., S/forro e longa vida, respectivamente.

A termografia pode ser definida como uma técnica não invasiva de sensoriamento remoto que possibilita a medição da temperatura de determinado corpo e a formação de imagens termográficas a partir de radiação por infravermelho; sendo a termografia baseada nos valores de emissividade, para que seja possível a análise de superfícies, tais como o exemplo do presente estudo, a face externa do forro de cobertura utilizado.

Os valores médios das temperaturas superficiais obtidas a partir das imagens termográficas foram inferiores nas instalações providas de forro de cobertura, independe do material utilizado. Dentro dos turnos para cada tratamento, ocorreu o comportamento esperado, o aumento da temperatura superficial, em função das condições climáticas externas atenuantes sobre as instalações.

Ao comparar as metodologias para análise das temperaturas superficiais (termômetro de infravermelho em cinco diferentes pontos e por câmera termográfica) percebem-se resultados semelhantes, apenas com leve acentuação dos dados obtidos através da câmera termográfica, pois de acordo com Torquato et al. (2015) a termografia resulta em rápida aferição bem como alta precisão e confiança dos dados.

Por não se ter observado interação entre horários X tratamentos para os parâmetros fisiológicos, cada fonte de variação foi trabalhada isoladamente. Através da análise dos parâmetros fisiológicos dos ovinos, observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dentro dos tratamentos empregados, com elevação da frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) aos animais submetidos às instalações desprovidas de forro de cobertura (Tabela 12).

Tabela 12. Média dos índices fisiológicos de ovinos submetidos às diferentes instalações providas e desprovidas de forro de cobertura

Parâmetros fisiológicos	Tratamentos			Média geral	CV (%)	Valor Referência <sup>1</sup>
	E.V.A.	L V	Sem forro			
Tem. Retal (°C)	38,9 <sup>B</sup>	38,9 <sup>B</sup>	39,2 <sup>A</sup>	39,0	1,36	38,5 – 39,7
Fr. Resp. (mov min <sup>-1</sup> )	55,6 <sup>AB</sup>	51,7 <sup>B</sup>	58,2 <sup>A</sup>	55,2	30,43	16 – 34
Fr. Card. (bat min <sup>-1</sup> )	98,0 <sup>A</sup>	94,3 <sup>A</sup>	96,2 <sup>A</sup>	96,2	17,55	70 – 80
Tem. Pelame (°C)	36,2 <sup>B</sup>	36,2 <sup>B</sup>	36,8 <sup>A</sup>	36,4	23,12	-
Temp. Pele (°C)	36,1 <sup>B</sup>	36,2 <sup>B</sup>	36,7 <sup>A</sup>	36,3	26,87	-
Temp. Testicular (°C)						
<i>Direito (TD)</i>	33,6 <sup>AB</sup>	33,2 <sup>B</sup>	34,1 <sup>A</sup>	33,6	4,23	-
<i>Esquerdo (TE)</i>	33,6 <sup>A</sup>	33,2 <sup>B</sup>	34,0 <sup>A</sup>	33,6	3,96	-
<i>Superficial (TS)</i>	33,5 <sup>B</sup>	33,2 <sup>B</sup>	34,0 <sup>A</sup>	33,6	3,63	-

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey;

<sup>1</sup>: Dados obtidos por Reece (1996)

Dentro das respostas fisiológicas dos animais, na elevação da temperatura ambiente externa, influenciando a temperatura no interior das instalações, os mecanismos termorreguladores dos animais são acionados (Leite et al., 2012), acarretando aumento da perda de calor em diferentes formas, entre elas, a latente, por meio da sudorese e aumento da frequência respiratória.

Diante os resultados, a elevação da TR e FR foram evidenciadas nos animais submetidos às instalações sem o forro de cobertura, esboçando 39,2 °C e 58,2 mov min<sup>-1</sup>, respectivamente, porém não muito diferente para a média encontrada para cada atividade fisiológica, com 39,0 °C e 55,2 mov min<sup>-1</sup>.

Conforme Reece (1996) a faixa de normalidade da TR situa-se entre 38,5 a 39,7 °C para a espécie, e baseado nessa faixa, os ovinos mantiveram-se dentro da normalidade, independente dos tratamentos testados, repercutindo numa média de 39,0 °C. Conforme Salles (2010) a TR é uma medida que expressa no animal o desconforto frente a situações adversas do ambiente, pois representa a temperatura do núcleo central, além de ser utilizada para verificar o grau de adaptabilidade dos animais e considerada como bom indicador de estresse térmico.

Ao reporta-se a FR, para Silanikove (2000) a atividade entre 40 e 60 mov min<sup>-1</sup> caracteriza estresse baixo, porém tal acentuação deu-se como forma de eliminação rápida da energia térmica acumulada. Se a FR for alta e o animal for eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse térmico, porém se mantido por várias horas, poderá resultar em queda no desempenho. Para McManus et al. (2009) a acentuação da FR em ovinos pode ser considerado o principal mecanismo de controle da homeotermia sob as condições ambientais impostas.

Os resultados estão relacionados às condições no interior das instalações sem forro de cobertura, pois diante dados das temperaturas superficiais da cobertura (36,8 °C), evidenciaram condições desfavoráveis aos animais, de modo que aumentassem a atividade respiratória como mecanismo termorregulatório, para eliminar a energia térmica acumulada. Porém, os animais empregados na situação em questão, evidenciaram as maiores médias, mas ainda assim permaneceram dentro da normalidade para a espécie, por estar correlacionada à adaptabilidade da raça as condições impostas do semiárido.

As menores médias das respostas fisiológicas como a FR e TR nos tratamentos com a utilização de forros de cobertura mostra a importância do emprego da barreira física

secundária, como amenizadora das condições climáticas no interior das instalações, proporcionando aos animais condições mais favoráveis ao seu desempenho.

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) da FC entre os tratamentos testados, porém tal atividade fisiológica manteve-se acima da normalidade para a espécie, esboçando variação de 94 a 98 bat  $\text{min}^{-1}$ , quando o valor referência deve variar entre 70 a 80 bat  $\text{min}^{-1}$  (Reece, 1996). Para Al-Tamimi (2007) o aumento dessa atividade fisiológica pode ser atribuído em função do aumento da atividade muscular para controlar o aumento simultâneo da FR.

Houve efeito significativo da temperatura superficial, representada pelo pelame, ( $p<0,05$ ) para os tratamentos empregados, evidenciando maior temperatura média do dorso (38,1 °C) para os animais mantidos nas instalações providas do forro à base de E.V.A. Os tratamentos com forro a base de embalagem longa vida e sem forro não apresentaram diferença significativa, de forma a esboçar temperatura geral média do pelame de 36,1 °C e 36,2 °C, respectivamente entre os tratamentos.

Tal resultado reporta-se provavelmente a maior incidência da radiação solar no interior das instalações, principalmente a instalação de uma das extremidades (instalação com forro de E.V.A.), na contenção dos animais para aferição da temperatura superficial, os mesmos eram contidos no cocho de alimentação, recebendo em partes, radiação, principalmente no dorso, por ser a região de maior área de interceptação, evidenciando, o aumento da temperatura da região, e a coloração preta do pelame favorecendo tal condição.

Conforme Leite et al. (2012) a coloração preta do pelame apresenta como característica, maior absorção e menor reflexão da radiação térmica, resultando em maior estresse pelo calor nos animais, e pode ser facilmente influenciada pelos fatores climáticos. Porém, mesmo com elevada temperatura superficial na região do dorso dos animais, a mesma não repercutiu em outras repostas fisiológicas, como TR e FR, muito provável em função das trocas térmicas por meios sensíveis.

Para Façanha et al. (2013) a radiação solar direta é, em parte, refletida de acordo com a cor e outras propriedades do pelame do animal, a exemplo do número de pêlos por unidade de área, e a parte restante, absorvida sob a forma de calor, com isso, a capa externa do organismo assume fundamental importância para as trocas térmicas, de modo a influenciarem o balanço térmico dos animais. A camada superficial dos animais, o pelame, entra como uma barreira física a radiação, de forma a amenizar a quantidade de energia térmica transmitida para a pele do animal.

Diante das condições submetidas aos animais, a análise mostrou diferença significativa da temperatura superficial do pelame e pele ( $p>0,05$ ) aos animais submetidos as condições fornecidas mediante a ausência do forro de coberta, apresentando média de 36,8 °C e 36,7 °C, respectivamente.

O pelame é tido como barreira física na diminuição da carga térmica transmitida para a pele, e por sua vez, segundo Façanha et al. (2013) e Lucena et al (2013), protege o organismo do calor e do frio e sua temperatura varia em função das condições climáticas e fisiológicas, como vascularização e sudação, e a medida que a temperatura do pelame eleva, repercute na temperatura da pele, pois conforme Salles (2010) os animais com pelame espesso tendem a apresentar temperatura da epiderme elevada, em função da maior dificuldade de perder o calor através da forma sensível.

Resultados semelhantes foram observados por Batista et al. (2014) ao trabalharem com tolerância ao calor de ovinos Santa Inês submetidos ao estresse térmico, observaram que aqueles animais submetidos a sombra, mantiveram TS média em torno de 37,6 °C, valor próximo a média geral obtida para a temperatura da pele do presente estudo.

Para Salles (2010) a temperatura superficial do testículo direito e esquerdo traduz a eliminação de calor pelo órgão de acordo com a temperatura ambiente, evitando degeneração seminal e a redução da fertilidade. No presente estudo, houve diferença significativa ( $p<0,05$ ) da temperatura testicular em função dos tratamentos, com maiores médias aos animais submetidos à instalação sem forro, com 34,1 °C, 34,0 °C e 34,0 °C para TD, TE e TS, respectivamente. Tais resultados são respostas das condições empregadas aos animais no interior das instalações, pois o tratamento sem forro proporcionou condição mais desfavorável, visualizado através do ITGU e  $T_{sup}$ .

Os testículos dos ovinos encontram-se alojados no interior da bolsa escrotal (formado através do músculo cremaster) posicionados verticalmente; em função da posição anatômica, isso garante uma temperatura testicular entre 2 a 6 °C abaixo da temperatura corporal, auxiliando a termorregulação testicular. Porém qualquer alteração que modifique a temperatura testicular é transferida para a veia presente na superfície dos testículos, e quando as veias alcançam o funículo espermático por meio do sistema de calor contracorrente, determinam a temperatura com que o sangue chegará aos testículos, seja em elevadas temperaturas ou baixas (Waites & Moule, 1961 *apud* Salles, 2010).

Ovinos criados na região semiárida, mesmo considerados poliéstricos contínuos, sofrem influência dos fatores ambientais, principalmente durante época seca. Nos machos, as altas temperaturas podem provocar degeneração do epitélio germinativo, redução da

produção de sêmen e queda da fertilidade (Façanha et al., 2013; Vogler et al., 1991), causando alterações na síntese de proteínas e expressão de gens nas células germinativas e células de Sertoli (Kumagai et al., 2000).

Por ser o escroto um compartimento vascularizado (Silva, 2013), isso auxilia na termorregulação testicular quando os animais são submetidos a condições climáticas elevadas, porém, quando a temperatura ambiente na qual o animal está inserido é elevada (na ordem de 34,5 °C) torna-se prejudicial tanto às etapas de formação dos espermatozoides como aqueles elementos já formados e em trânsito pelo epidídimo (Souza et al., 2012).

A concentração espermática é uma avaliação que discrimina a quantidade de espermatozoides por ml, porém facilmente influenciada, principalmente por questões de condições climáticas, nessa perspectiva, Silva (2013c) ao trabalhar com qualidade seminal de ovinos, observou que o aumento da temperatura testicular até 32 °C gerou modificações da concentração espermática com variação de  $1,64 \times 10^3$  sptz/mL para  $1,31 \times 10^3$  sptz/mL, em ovinos submetidos à ambiente sombra e sol, respectivamente. Uma vez que, o aumento da temperatura ambiente afeta diretamente a formação dos espermatozoides, bem como aqueles alojados no epidídimo e em transição pelo canal reprodutivo.

Ao trabalharem com características seminais de carneiros Santa Inês, Dorper e mestiços, Maia et al. (2015) observaram que em função da temperatura local (32 °C) os ovinos Santa Inês esboçaram menores valores de volume médio do ejaculado (0,81mL), porém ainda assim, apresentaram maior concentração espermática ( $3936,3 \times 10^6$ /mL), e tal resultado empregou-se ao grau de tolerância da raça ao estresse térmico e a termorregulação testicular.

A temperatura testicular dos animais é facilmente influenciada pela temperatura a qual estão submetidos, e dentro dos tratamentos trabalhados do presente estudo, a condição empregada da instalação sem forro, proporcionou as condições climáticas no interior mais desfavorável aos animais, repercutindo na temperatura testicular, e a avaliação da qualidade seminal comprova que tal condição influenciou as características do material seminal dos animais.

Observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos parâmetros fisiológicos (TR, FR, temperatura do pelame: cabeça, pescoço, dorso, costado e temperatura da pele: cabeça, pescoço, dorso, costado, bem como testículo direito, esquerdo e superficial) em função dos horários de avaliação (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00), com maiores valores das repostas

fisiológicas às 14h00, comportamento distinto para a FC por não apresentar diferença significativa ( $p>0,05$ ), (Figura 23).

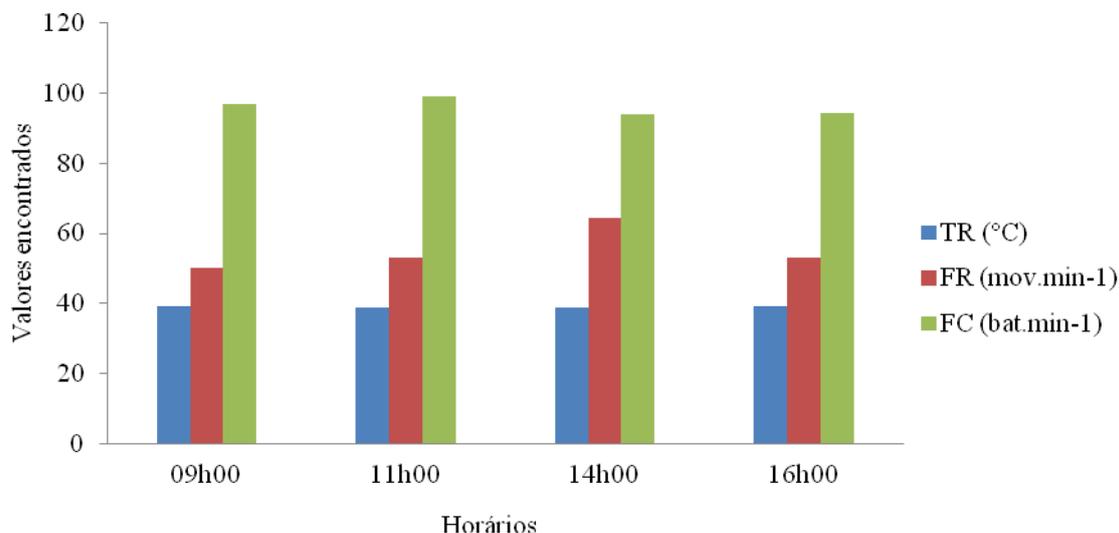


Figura 23. Indicadores fisiológicos de ovinos Santa Inês quanto à temperatura retal (TR, °C), frequência respiratória (FR, mov. min<sup>-1</sup>) e cardíaca (FC, bat. min<sup>-1</sup>) nos horários de avaliação (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)

As respostas fisiológicas quanto a TR e FR foram modificadas em função dos diferentes horários de avaliação, sendo a TR esboçando maiores valores de 39,2 °C e 39,1 °C às 09h00 e 16h00; a FR às 14h00 com 64,6 mov. min<sup>-1</sup>, em contrapartida a FC não esboçou diferença significativa, e apresentou média de 96 bat. min<sup>-1</sup>. Por ser a TR uma indicadora da real temperatura corporal do animal, um acréscimo em seu valor significa que o animal está estocando energia térmica em forma de calor, principalmente quando acima da normalidade para a espécie (38,9 °C a 39,9 °C), e caso não seja eliminado, consequências negativas ocorrerão, como queda do desempenho e diminuição da produtividade.

Nos resultados encontrados, mesmo apresentando diferença significativa entre os horários, a TR manteve-se dentro da normalidade estabelecida para a espécie, de modo que, durante o período de avaliação, os animais não estocaram calor, e para que tal condição pudesse existir, mecanismos termorregulatórios foram ativados para manter o equilíbrio térmico animal, como o aumento da FR, que às 14h00 manteve-se elevada, resultando em aproximadamente 65 mov. min<sup>-1</sup>.

No presente estudo, as condições mais desfavoráveis aos animais reportam-se durante o turno da manhã, pela maior temperatura ambiental (TA), porém quando avaliado os horários a parte, às 14h00, a TA manteve-se próximo à média obtida para o turno da manhã, com 31 °C, aliado ainda à baixa velocidade do vento (1,3 m/s) e maior radiação

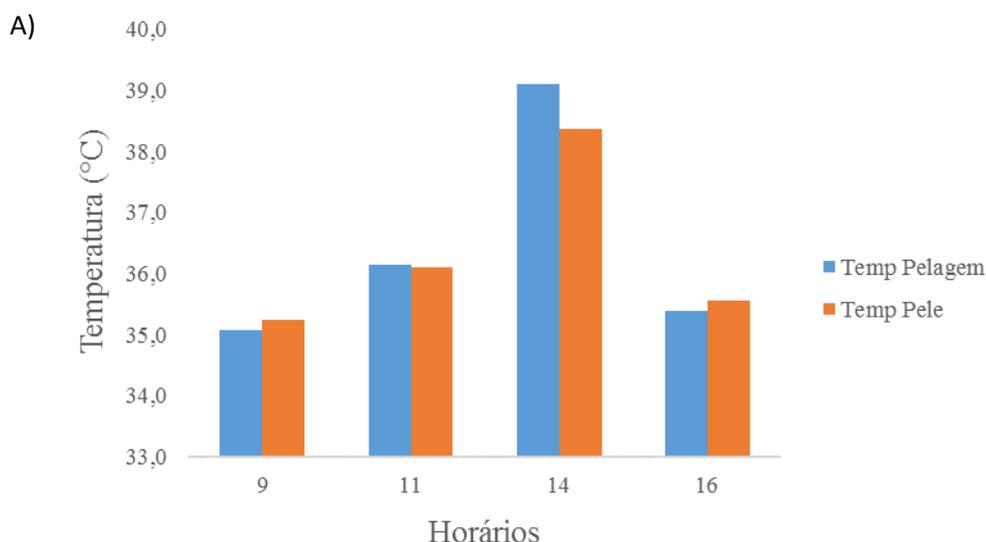
solar no interior das instalações, evidenciando condições desfavoráveis aos animais e influenciando várias respostas fisiológicas, como a FR e as temperaturas superficiais.

Como relatado por Salles (2010) o aumento da FR, em resposta às condições das variáveis ambientais, tem como principal objetivo a manutenção do equilíbrio térmico. Fato relatado também por Leite et al. (2012), ao elucidarem que a elevação da temperatura ambiente gera aumento da FR, ocasionando aumento da perda de calor por forma latente.

Os resultados do presente estudo permitem considerar que a FR é facilmente afetada em função do período do dia, e corrobora com os achados de Silva (2013) por observar elevação da FR de ovinos Santa Inês, alcançando 84 mov. min<sup>-1</sup> às 14h00, bem como aos achados de Eustáquio Filho et al. (2011) ao trabalharem com zona de conforto térmico de ovinos Santa Inês através das respostas fisiológicas, observaram elevação da FR ao passo que a temperatura ambiente aumentava.

Mesmo sem esboçar diferença significativa, a FC manteve-se acima da normalidade para a espécie (70 a 80 bat. min<sup>-1</sup>) conforme Reece (1996) e correlacionam-se as condições climáticas empregadas no presente estudo, o aumento da temperatura ambiente, proporciona alterações nas respostas fisiológicas, como a FC.

A análise realizada mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as temperaturas superficiais dos ovinos obtidas através do pelame, pele e testicular nos diferentes horários de avaliação, acentuadas no horário das 14h00 (Figuras 24A e 24B).



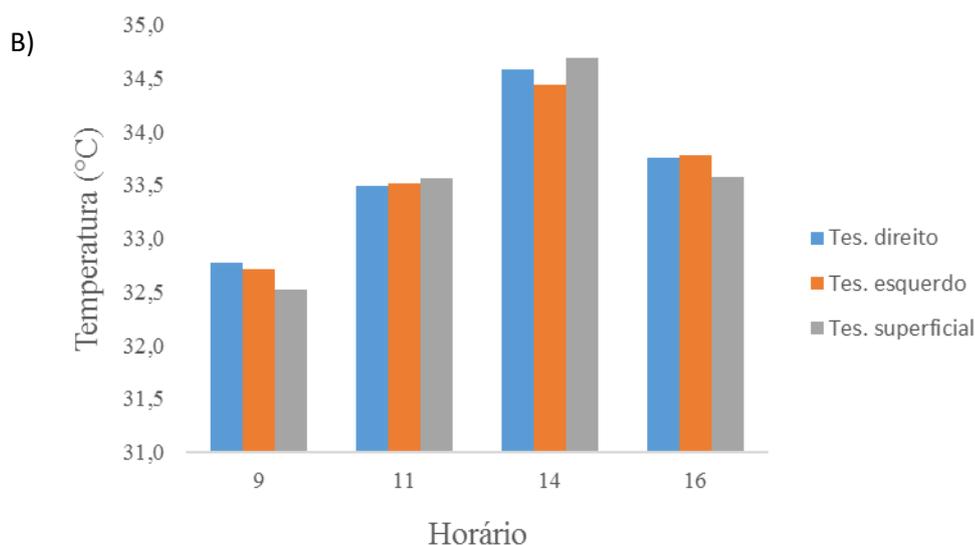


Figura 24. Temperatura média (°C) do pelame e pele (A) e testicular (B) dos ovinos nos diferentes horários de avaliação (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)

Relatando o comportamento da temperatura observada através do pelame, pele e testicular, os mesmos apresentaram aumento até as 14h00, quando atingiram a máxima temperatura média de 39,1 °C, 38,4 °C e 34,7 °C, para pelame, pele e testicular, respectivamente.

Segundo Façanha et al. (2013) a radiação solar, seja ela de forma direta ou difusa, é em parte refletida de acordo com a cor e outras propriedades físicas do pelame do animal, e a parte restante absorvida sob a forma de calor. Desta forma, a capa externa do organismo assume fundamental importância para as trocas térmicas, de modo a influenciarem profundamente o balanço térmico dos mesmos.

Em função da condição térmica no interior das instalações às 14h00, o mesmo repercutiu nas temperaturas superficiais dos animais, por ser facilmente influenciada em questão das condições, e a camada mais externa do animal, pelame, garante uma proteção térmica, atuando como barreira física, e diminuindo a temperatura mais interna, pele, observada pelas temperaturas médias obtidas, de 39,1 °C para 38,4 °C, do pelame para a pele, respectivamente, com diminuição de 0,7 °C.

Conforme Silva (2013b) a elevação da temperatura superficial e a manutenção desta faz com que o animal desencadeie um processo fisiológico para manter a homeotermia, a termólise, de maneira a elevar as frequências respiratórias e cardíacas (como visto nos resultados já abordados), além de uma vasodilatação periférica, visando, a normalização da temperatura corporal, como observado no presente estudo.

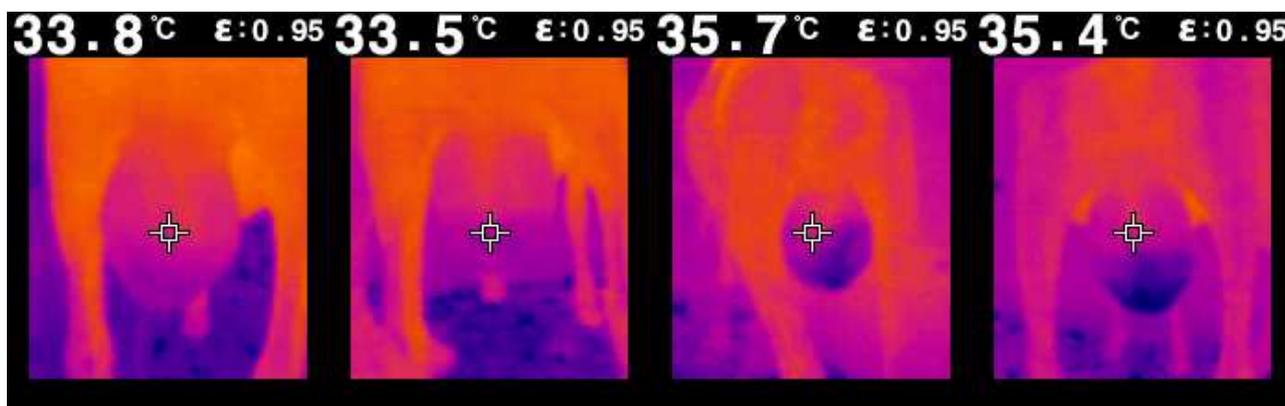
Achados semelhantes foram observados por Cordão et al. (2010) ao trabalharem com respostas fisiológicas de cordeiros Santa Inês no semiárido, aumento da temperatura superficial dos animais no período da tarde com 36,5 °C vs 29,7 °C na manhã, e atribuiu-se às diferenças das condições climáticas existentes entre os turnos. Leite et al. (2012) avaliando respostas fisiológicas de caprinos nativos, observaram variação da temperatura superficial dos animais, e estas associadas à oscilação dos fatores climáticos.

A elevação da temperatura média testicular deu-se até às 14h00 atingindo 34,7 °C, quando volta a diminuir a partir das 16h00, com 33,5 °C. Segundo Nunes (2001) o aumento da temperatura testicular, decorrente da elevada temperatura, provoca degenerações específicas, como surgimento de alterações espermáticas, em momento críticos e precisos do ciclo espermatogênico, e de forma crônica, desencadeia processos degenerativos testiculares, muitas vezes, irreversíveis.

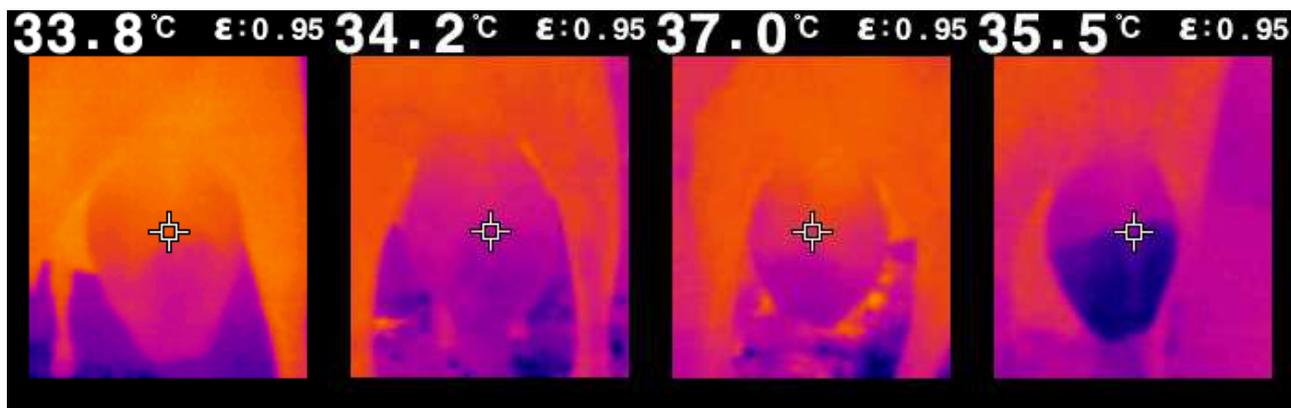
Santos et al. (2015) ao trabalharem com influência da estação do ano sobre a estrutura testicular de ovinos, observaram que durante período seco (característica de temperatura ambiente média de 27 °C e máxima de 34,7 °C) houve diminuição do compartimento tubular ( $80,13 \pm 15,14\%$  vs  $78,32 \pm 13,68\%$ , chuvoso e seco, respectivamente) assim como para diâmetro testicular ( $170,37 \pm 26,64 \mu\text{m}$  vs  $143,98 \pm 17,83 \mu\text{m}$ , chuvoso e seco, respectivamente).

Silva (2013c) avaliando a temperatura testicular de ovinos Santa Inês nos diferentes horários observou variação da mesma, com acentuação às 14h00 (33,1 °C) repercutindo em algumas modificações nos parâmetros seminais dos animais, como membrana do espermatozoide lesada ao teste hiposmótico.

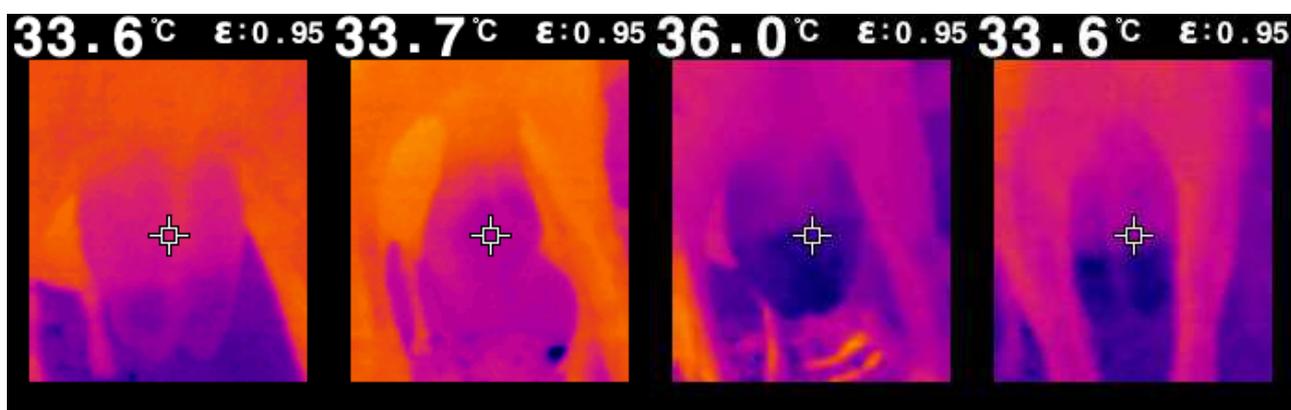
Diante das imagens termográficas dos testículos de ovinos submetidos às diferentes instalações, houve variação da temperatura escrotal em função do tratamento bem como dos horários de avaliação (Figura 25A, 25B e 25C).



25A. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações com forro de cobertura a base de E.V.A. nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)



25B. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações sem forro de cobertura nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)



25C. Temperatura testicular dos ovinos submetidos às instalações com forro de cobertura a base de embalagem longa vida nos diferentes horários (09h00, 11h00, 14h00 e 16h00)

Diante imagens termográficas obtidas através do escroto dos ovinos, observa-se variação da mesma em função dos tratamentos além dos horários de avaliação, com temperatura de 33,5 a 33,7 °C; 33,8 a 37,0 °C e 33,6 a 33,7 °C, para E.V.A., sem forro e longa vida, respectivamente.

A avaliação por meio de câmera termográfica gera mais precisão dos dados quando comparados ao método infravermelho, pelas influências que exerce o meio externo, porém os resultados obtidos em ambos os métodos apresentaram comportamento semelhante, mesmo com acréscimo da temperatura média, a temperatura escrotal foi acentuada nos animais submetidos às instalações sem utilização de forro de cobertura, esboçando maior temperatura, principalmente às 14h00, com 37 °C.

Hafez & Hafez (2004) conotam que a bolsa escrotal é tida como um músculo que reveste e garante proteção dos testículos por ser vascularizada e possuir glândulas

sudoríparas adrenérgicas, além de componente muscular que permite alterar a espessura e a área da superfície do escroto e variar a proximidade de contato do testículo com a parede do corpo, auxiliando a termorregulação do órgão.

Segundo Bicudo et al. (2007) a temperatura escrotal deve ser mantida entre 2 a 6 °C abaixo da temperatura corporal, porém esse intervalo é relativo e influenciado pelas condições submetidas aos animais. Nessa premissa, a partir da temperatura corporal média dos animais do presente estudo (39,0 °C) permite-se inferir que a temperatura média testicular permaneceu dentro da normalidade para produção espermática.

Para Silva (2013c) quando a temperatura média testicular encontra-se em torno dos 32 °C, ou acima desta, características seminais começam a ser modificadas, a exemplo da diminuição na concentração espermática e aumento da porcentagem de espermatozoides anormais. Santos et al. (2015) ao trabalharem com influência da estação do ano sob a estrutura testicular de ovinos criados no Piauí, observaram redução do diâmetro tubular, altura do epitélio seminífero e proporção volumétrica durante estação seca (temperatura média de 27,3 °C).

Segundo Marai et al. (2007) a temperatura escrotal da pele dos ovinos aumenta em função do acréscimo da temperatura ambiente, como visto nos animais submetidos as instalações sem forro de coberta; esta alteração afeta a capacidade reprodutiva dos machos, e o estresse térmico pelo calor, quando crônico, pode provocar interrupção temporária da produção e motilidade dos espermatozoides, refletindo no desenvolvimento testicular.

As condições que o tratamento sem forro impõe aos animais propicia aumento da temperatura testicular, muito provavelmente em função das condições climáticas no interior da instalação, porém o efeito destas na qualidade seminal será verificado apenas com a avaliação quanti-qualitativa do sêmen.

Conforme resultados de coeficientes de correlação entre as variáveis fisiológicas dos ovinos, observam-se efeito significativo nas correlações positivas ( $p < 0,05$ ) para essas diferentes variáveis (Tabela 13).

Tabela 13. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e respectivos níveis de significância para o teste de Ho: correlação = 0

	TR	FR	FC	Pla. Cab.	Pla. Pes.	Pla. Dor.	Pla. Cos.	Pel. Cab.	Pel. Pes.	Pel. Dor.	Pel. Cos.	TD	TE	Ttes
TR	1.000	0,053 <sup>ns</sup>	-0,179 <sup>ns</sup>	-0,367 <sup>ns</sup>	-0,380 <sup>ns</sup>	-0,223 <sup>ns</sup>	-0,371 <sup>ns</sup>	-0,292 <sup>ns</sup>	-0,371 <sup>ns</sup>	-0,358 <sup>ns</sup>	0,436 <sup>ns</sup>	0,028 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	-0,138 <sup>ns</sup>
FR		1.000	-0,244 <sup>ns</sup>	0,820*	0,844*	0,865*	0,835*	0,869*	0,842*	0,785*	0,796*	0,924*	0,884*	0,899*
FC			1.000	-0,239 <sup>ns</sup>	-0,288 <sup>ns</sup>	-0,163 <sup>ns</sup>	-0,312 <sup>ns</sup>	-0,211 <sup>ns</sup>	-0,343 <sup>ns</sup>	-0,192 <sup>ns</sup>	-0,291 <sup>ns</sup>	-0,337 <sup>ns</sup>	-0,294 <sup>ns</sup>	-0,286 <sup>ns</sup>
Pla. Cab.				1.000	0,984*	0,915*	0,974*	0,971*	0,951*	0,928*	0,962*	0,734*	0,702*	0,825*
Pla. Pes.					1.000	0,899*	0,976*	0,962*	0,978*	0,910*	0,977*	0,786*	0,757*	0,868*
Pla. Dor.						1.000	0,904*	0,974*	0,920*	0,927*	0,903*	0,681*	0,630*	0,727*
Pla Cos.							1.000	0,945*	0,961*	0,950*	0,980*	0,734*	0,677*	0,818*
Pel. Cab.								1.000	0,950*	0,918*	0,937*	0,747*	0,711*	0,805*
Pel. Pes.									1.000	0,918*	0,983*	0,766*	0,721*	0,849*
Pel. Dor.										1.000	0,944*	0,621*	0,548 <sup>ns</sup>	0,690*
Pel. Cos.											1.000	0,700*	0,653*	0,803*
TD												1.000	0,986*	0,958*
TE													1.000	0,943*
Ttes														1.000

\*( $p < 0,05$ ); ns: Não significativo; TR (°C): temperatura retal; FR (mov. min<sup>-1</sup>): frequência respiratória; FC (bat. min<sup>-1</sup>): frequência cardíaca; Pla.Cab (°C): temperatura do pelame na cabeça; Pla.Pes (°C): temperatura pelame pescoço; Pla.Dor (°C): temperatura pelame dorso; Pla.Cos (°C): temperatura pelame costado; Pel.Cab (°C): temperatura pele cabeça; Pel.Pes (°C): temperatura pele pescoço; Pel.Dor (°C): temperatura pele dorso; Pel.Cos (°C): temperatura pele costado; TD (°C): testículo direito; TE (°C): testículo esquerdo; Ttes (°C): temperatura média testicular dos pontos cabeça, meio e cauda do testículo.

No presente estudo, diante os resultados apresentados através da análise de coeficiente de correlação, por mais que não tenha observado análise significativa ( $p > 0,05$ ), a FR apresentou coeficiente de correlação positivo com a TR ( $R = 0,053$ ,  $p > 0,05$ , Tabela 13), indicando ter sido o mecanismo respiratório importante para a termólise e manutenção da homeotermia dos animais. Achados semelhantes foram observados por Starling et al. (2005) ao trabalharem com variação estacional hormonal de ovinos em ambiente tropical, encontram correlação positiva entre a FR e TR ( $R = 0,52$ ).

A FR apresentou elevado coeficiente de correlação com todas as temperaturas superficiais, seja do pelame, pele e testicular, com variação entre  $R = 0,92$  ( $p < 0,05$ ) para TD a  $R = 0,78$  ( $p < 0,05$ ) para Pel. Dorso. O resultado encontrado implica as respostas fisiológicas dos animais frente às condições climáticas. À medida que tais condições proporcionavam elevação da temperatura ambiente, as mesmas influenciavam a temperatura superficial do animal como um todo, de modo a aumentá-las, proporcionando em grande parte, situação de desconforto térmico, levando ao animal lançar mãos de mecanismos termorregulatórios para eliminar o calor, aumentando dessa forma a atividade respiratória.

Os resultados sugerem que a atividade respiratória é um dos primeiros mecanismos fisiológicos ativados quando as condições climáticas começam a apresentarem-se adversas e repercutirem sobre o animal, como o aumento das temperaturas superficiais.

As temperaturas superficiais apresentaram elevados coeficientes de correlação positivo entre elas, variando de  $R = 0,98$  para Pel. pes a  $R = 0,62$  para TE, ( $p < 0,05$ ). Tais resultados permite-se enfatizar que a temperatura superficial em seus diferentes pontos de aferição, seja cabeça, pescoço, dorso, costado ou testículos, se influenciam, pois, à medida que a temperatura de um dos pontos aumenta gera como consequência o aumento dos demais pontos do corpo do animal, como observado a partir dos resultados encontrados.

Resultados semelhantes foram achados por Silva (2015), ao trabalhar com variáveis fisiológicas e desempenho de vacas leiteiras em sala de espera climatizada, observou correlação positiva alta entre a temperatura superficial média (TSM) com a temperatura superficial ( $R = 0,96$ ,  $p < 0,01$ ) dos animais obtida sob diferentes pontos (cabeça, dorso, canela, úbere e garupa). E ainda mantiveram correlação positiva alta da

TSM com os índices trabalhados quanto ao ITU, ITGU e CTR, apresentando  $R=0,85$ ,  $R=0,84$  e  $R=0,74$ , respectivamente.

Os gradientes térmicos obtidos entre os animais e ambiente foram calculados baseado na diferença entre a temperatura retal e temperatura superficial ( $\Delta TRTS$ ), além da temperatura superficial com a temperatura ambiente ( $\Delta TSTA$ ). A partir disso, obteve-se os gradientes existentes em função dos tratamentos e horários de avaliação (Tabela 14).

Tabela 14. Médias do gradiente térmico (TRTS) entre a temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS) e do gradiente (TSTA) entre a temperatura superficial e temperatura ambiente (TA) de ovinos Santa Inês nos diferentes horários de avaliação

Horários*	$\Delta TRTS$ (°C)			$\Delta TSTA$ (°C)		
	EVA	LV	Sem forro	EVA	LV	Sem forro
09h00	3,4	4,1	4,7	5,3	4,6	4,2
11h00	2,4	2,7	3,0	5,6	6,0	5,8
14h00	-1,2	-0,2	1,1	9,7	8,7	8,5
16h00	3,6	4,2	3,3	6,2	6,2	7,2

\* Análise descritiva dos dados

O animal é conhecido por ser um sistema termodinâmico que continuamente troca calor com o ambiente para manter-se em equilíbrio com o meio, ou seja, em homeostase, para isso, utiliza vários mecanismos que muitas vezes são possíveis através da diferença de temperatura do meio, ou seja, de um gradiente térmico.

Analisando o  $\Delta TRTS$ , houve comportamento semelhante para os tratamentos testados, ou seja, decréscimo do gradiente até as 14h00 para todas as instalações. Porém os animais submetidos às instalações a base do forro de E.V.A. apresentaram gradientes negativos (-1,2) quando comparado aos animais submetidos às instalações sem forro (1,1) e essa diferença provavelmente vincula-se a manutenção da TR nos animais, por ser maior nos animais do E.V.A. e menores naqueles submetidos às instalações sem forro, que aliado ao aumento da TS gera maior diferença, expressa nesse maior gradiente (1,1), pois o aumento da TR acompanhou o aumento da TS.

Quando um animal homeotermo é submetido ao estresse térmico pelo calor, a primeira resposta dá-se pela vasodilatação, aumentando o fluxo sanguíneo na pele e nos membros. A elevação da temperatura na pele e a projeção da temperatura central em direção aos membros aumenta, e segundo Santos et al. (2006) a existência do gradiente

entre a superfície do animal e a temperatura do meio é um importante fator para dissipação do calor através de mecanismos não evaporativos.

Assim como elucidado por Silva (2013b), no qual afirma que a manutenção para o equilíbrio térmico corporal só ocorre mediante trocas de calor com o ambiente, no qual, em temperaturas amenas, o calor será dissipado por meio sensível, e o gradiente térmico é fundamental para garantir tal condição, porém quando não suficiente o mecanismo latente, como a atividade respiratória, aumenta para dissipar o calor.

A condição do presente estudo quanto ao  $\Delta T_{STA}$  visa menor gradiente térmico durante a manhã (09h00 e 11h00), principalmente aos animais submetidos à instalação sem forro de coberta, por estar ligado à elevação das condições climáticas, aumentando a TS do animal, porém ainda assim, permitindo gradiente suficiente para dissipação do calor por mecanismos não evaporativos.

Segundo Salles (2010) quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e do meio, maior será a capacidade de dissipação de energia térmica em forma de calor pelos animais, porém à medida que essa diferença diminui, observa-se redução na perda de energia térmica por forma sensível, aumentando os mecanismos de perdas por meio latente.

Resultados semelhantes aos achados de Souza et al. (2005) ao trabalharem com determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmicos de caprinos, observaram menor gradiente entre TSTA durante o período de maior condição climática. Achados também semelhantes aos encontrados de Santos et al. (2006).

Lucena et al. (2013) ao trabalharem com respostas fisiológicas de caprinos, observaram a medida que a temperatura da pele do animal aproxima-se da temperatura ambiente, a troca de calor por meio sensível é dificultada, ocasionando aos animais, sinais de estresse térmico, caso não observado no presente estudo, por apresentarem elevado gradiente térmico entre a superfície do animal e a temperatura ambiente.

Diante o resumo do quadro de análise de variância houve diferença significativa ( $p > 0,01$ ) do consumo de água pelos animais submetidos aos diferentes tratamentos (E.V.A., longa vida e sem forro), com acentuação do consumo dos animais submetidos às instalações sem forro de coberta, com 2,05l/animal (Tabela 15 e 16).

Tabela 15. Resumo do quadro de análise de variância referente ao efeito dos tratamentos sobre o consumo de água (l/dia) dos animais

FV	GL	Quadrado médio
Tratamento	2	0,02540**
Resíduo	21	0,00245
Total	23	
CV (%)	2,49	

\*\* Efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 16. Consumo médio de água (litros) dos animais em função dos tratamentos analisados

Tratamento	Consumo de água (l/animal)
Sem forro	2,05 <sup>a</sup>
LV	1,95 <sup>b</sup>
E.V.A.	1,95 <sup>b</sup>
<i>Média geral</i>	<i>1,98</i>
<i>Desv. Padrão</i>	<i>0,06</i>

Efeito pelo teste de Tukey a 1% ( $p < 0,01$ )

Todo organismo animal necessita que a temperatura interna seja constante, e que seu sistema termorregulador mantenha a temperatura central próximo da normalidade para a espécie, entre 38,5 °C a 39,7 °C para ovinos (Reece, 1996) na conservação das funções metabólicas.

Nos achados do presente estudo, o consumo de água por parte dos animais foi superior naqueles submetidos às instalações sem o forro de cobertura (2,05 l/animal), diferença essa pouco evidenciada ao tratar do consumo dos animais nas demais condições de forro a partir de embalagem longa vida e E.V.A., com 1,95 l/animal para ambos.

O aumento do consumo de água auxilia na manutenção da homeotermia, uma vez que promove redução da temperatura corporal, e essa redução está associada ao gradiente de temperatura da água ingerida e expelida. A partir das condições submetidas aos animais, respaldado por maior ITGU,  $T_{Sup}$ , modificações das respostas fisiológicas como aumento da FR, permitiu maior consumo de água, como forma de dissipação da energia térmica acumulada nos animais sob tais condições, pois uma das principais funções da água no organismo animal dá-se pelo auxílio da termorregulação corporal.

De acordo com Cardoso & Souza (2010) a água pode ser encontrada de duas formas no organismo, intracelular e extracelular, no qual inclui líquido intersticial, linfa,

saliva, líquido existente nos órgãos, líquidos excretados pelas glândulas e trato digestivo, líquido excretados pela pele e pelos, e outros.

Segundo McArdle et al. (2008) a água pode ser perdida pelo organismos através da urina, pela pele, fezes e como vapor d'água no ar expirado, sendo a última, estima-se que 30% da água excretada pelo organismo é através do trato respiratório, uma vez que todo o ar respirado, é umedecido e expelido pelos pulmões.

Em função dos resultados apresentados anteriormente, a elevação das condições climáticas no interior das instalações, principalmente nos horários mais críticos, proporcionou às animais condições mais desfavoráveis, promovendo ao organismo animal à ativação de mecanismos termorregulatórios, como elevação da FR. A perda de água por essa via aumenta, e de forma a recompensar tal perda e manter o equilíbrio térmico do meio interno, o animal tende a aumentar o consumo de água.

Para Macari & Soares (2012) o alto calor específico da água é útil para as células e organismos por agir como 'tampão do calor', permitindo que a temperatura do organismo permaneça constante. Já Perissinotto et al. (2005) corroboram que a ingestão de água visa a reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de proporcionar resfriamento corporal.

Perissinotto et al. (2005) ao trabalharem com a influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras, observaram maior consumo de água (l/dia) nas condições climáticas mais adversas impostas aos animais.

Por meio do resumo do quadro de análise de variância resultante do consumo médio da dieta pelos ovinos, observou-se que os tratamentos testados quanto às instalações providas e desprovidas de forro de cobertura não evidenciaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para a variável em análise (Tabela 17 e 18).

Tabela 17. Resumo da análise de variância quanto ao efeito dos tratamentos sob o consumo médio da dieta (MS/kg/animal/dia)

FV	GL	Quadrado médio
Tratamento	2	0,00320 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	0,02654
Total	23	
CV (%)	11,94	

ns: Efeito não significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados quanto ao consumo da dieta, com base na matéria seca não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos testados, com média geral de consumo 1,36/kg/MS/animal. Os consumos médios por tratamento basearam-se em 1,34; 1,36 e 1,38 kg/MS/animal para aqueles submetidos a instalações sem forro, longa vida e E.V.A., respectivamente.

Tabela 18. Média do ofertado, sobras e consumo da dieta (volumoso e concentrado, em kg, com base na MS) dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos

Tratamentos	Volumoso	Concentrado	Sobras (kg/MS)	CMS (kg)
	Fornecido (kg/MS)			
Sem forro	0,88	0,59	0,120	1,34 <sup>a</sup>
Longa Vida	0,90	0,60	0,130	1,36 <sup>a</sup>
E.V.A.	0,90	0,60	0,120	1,38 <sup>a</sup>
<i>Média Geral</i>	<i>0,89</i>	<i>0,59</i>	<i>0,123</i>	<i>1,36</i>
<i>Desvio Padrão</i>	<i>0,09</i>	<i>0,06</i>	<i>0,02</i>	<i>0,16</i>

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

Baseado nos resultados permite-se inferir que as instalações com ou sem forro de cobertura não modificaram o consumo alimentar dos animais, principalmente àqueles submetidos às instalações sem forro de cobertura, em função das piores condições climáticas obtidas no interior da instalação, pois segundo Singleton et al. (2004), após 20 °C, para cada 1 °C que a temperatura ambiente eleva-se, o consumo de água aumenta em 6% e o de ração diminui em 1,23%, porém diferença essa não acentuada no presente estudo.

Resultados contrários aos achados de Abreu et al. (2007), ao trabalharem com outra espécie observaram alteração no desempenho de frangos quando submetidos a instalações sem e com forro térmico, com redução do consumo de ração aos animais submetidos a instalação sem forro. Resultado semelhante também ao observado por Guimarães et al. (2014) ao trabalharem com codornas, em instalações com telha de fibrocimento sem forro. Provavelmente, a não significância reporta-se a adaptabilidade dos animais do presente estudo as condições climáticas atenuantes da região semiárida. Pelos trabalhos, nota-se que independente da espécie trabalhada, as condições climáticas exercidas através do uso ou não do forro proporciona modificações no desempenho dos animais.

Os dados de desempenho produtivo quanto ao peso inicial (PI), peso final (PF), média do peso vivo (MP), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso por período

(GPP) ao final do experimento não diferiram significativamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos testados (Sem forro, LV e E.V.A.) (Tabela 19).

Todos os parâmetros avaliados não diferiram estatisticamente, enfatizando desempenho semelhante entre os animais nos diferentes tratamentos testados, provavelmente em função do consumo da dieta ser igual entre os animais sob os diferentes meios testados.

Tabela 19. Média do peso inicial (PI), peso final (PF), média de peso vivo (MP), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso por período (GPP) dos ovinos mantidos nos tratamentos testados

Tratamentos	PI	PF	MP	GPP	GPD (g/dia)
	Kg				
Sem forro	38,87	47,70	43,31	8,82	147,12
LV	34,75	44,98	39,90	10,23	170,62
E.V.A.	34,12	46,40	40,28	12,27	204,62
<i>Média</i>	<i>35,91</i>	<i>46,36</i>	<i>41,16</i>	<i>10,44</i>	<i>174,12</i>
<i>Desv. Padrão</i>	<i>5,74</i>	<i>4,41</i>	<i>4,44</i>	<i>4,61</i>	<i>74,10</i>
<i>CV (%)</i>	<i>15,53</i>	<i>9,63</i>	<i>11,03</i>	<i>42,11</i>	<i>42,13</i>
<i>Efeito</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>Ns</i>

ns: Efeito não significativo pelo teste de Tukey a 5% ( $p>0,05$ )

Os dados obtidos quanto ao GPD (g/dia) dos animais submetidos às instalações com forro a base de E.V.A., esboçou ganho médio de 204,62 g/dia e ainda assim, não foi possível observar diferença significativa entre os demais tratamentos, principalmente àqueles submetidos às instalações sem forro, com 147,12 g/dia. O resultado em questão apresentou CV (%) relativamente alto (42,13), em função de duas amostras experimentais, com maior variação do peso animal, gerando como consequência o resultado em questão.

O GPD (g/dia) teve variação de 147,12 a 204,62 g/dia, para sem forro e E.V.A., respectivamente, e apresentou média geral de 174,12 (g/dia), desempenho esse semelhante aos obtidos por Oliveira et al. (2005) ao trabalharem com ovinos observaram ganho médio de 0,175kg vs 0,187kg para os animais submetidos às instalações a base de fibrocimento e cerâmica, respectivamente, e ainda conotam que mesmo em situações de desconforto térmico proporcionado pelas instalações, os animais mantiveram índices produtivos dentro de uma faixa considerada adequada para as condições do semiárido.

Os valores do presente estudo encontram-se acima dos descritos por Leite et al. (2012) ao trabalharem com três genótipos de caprinos em instalações com telha de cerâmica, encontraram GPD de 52,6g/dia. Porém, abaixo do observado por Cordão et al. (2010) ao avaliarem desempenho de ovinos Santa Inês recebendo diferentes fontes de volumosos em instalação a base de fibrocimento, com GPD de 500g/dia. Tais resultados divergentes aos encontrados no presente estudo baseiam-se mais em função da dieta do que propriamente dito pela instalação, em função da adaptabilidade da raça.

Em contrapartida, Marai et al. (2007) afirmam que a exposição dos animais a elevadas condições climáticas, como as instalações sem forro de cobertura, provoca uma série de mudanças nas funções biológicas dos animais, que incluem distúrbios na eficiência do consumo de ração, bem como no metabolismo, gerando como consequência, diminuição do desempenho por déficit no desenvolvimento adequado do organismo animal.

A partir da análise de comportamento ingestivo dos animais, a atividade de ócio deitado (OD), com 395,9 min dia<sup>-1</sup>, para instalação sem forro, bem como ruminando em pé (RUMP), com 96,5 min dia<sup>-1</sup>, para instalação a base de E.V.A., esboçou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, em contrapartida as atividades de ócio em pé (OP), ruminando deitado (RUMD) e alimentando-se (ALI) não esboçaram diferença ( $p > 0,05$ ), com médias de 421,0 min dia<sup>-1</sup>, 334,4 min dia<sup>-1</sup> e 256,8 min dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 20).

Tabela 20. Médias dos dados comportamentais em minutos quanto a ócio em pé (OP), ócio deitado (OD), ruminando em pé (RUMP), ruminando deitado (RUMD) e alimentando (ALI) dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos

Tratamentos	Comportamentos				
	OP	OD	RUMP	RUMD	ALI
	(min dia <sup>-1</sup> )				
Sem forro	428,7 <sup>a</sup>	395,9 <sup>a</sup>	60,6 <sup>b</sup>	310,3 <sup>a</sup>	244,6 <sup>a</sup>
LV	421,2 <sup>a</sup>	322,1 <sup>b</sup>	71,87 <sup>ab</sup>	353,4 <sup>a</sup>	271,8 <sup>a</sup>
E.V.A.	413,1 <sup>a</sup>	330,9 <sup>ab</sup>	96,5 <sup>a</sup>	339,6 <sup>a</sup>	254,0 <sup>a</sup>
<i>Média geral</i>	421,0	349,6	76,3	334,4	256,8
<i>Desv. Padrão</i>	87,55	85,89	41,60	80,72	44,38
<i>CV (%)</i>	21,03	23,15	51,85	24,03	16,48

Médias seguidas de mesma letra maiúscula para coluna não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey

Conforme Oliveira et al. (2013b) as atividades diárias de ovinos compreendem em períodos alternados de pastejo, ruminação e ócio, e tais atividades podem ser influenciadas pela disponibilidade do alimento, manejo adotado aos animais, categoria, condições climáticas, dentre outros. Nessa perspectiva, o comportamento ingestivo dos animais sofreu leve modificação no que se tratam as atividades de OD e RUMP, provavelmente em função das diferenças ocorridas quanto às condições climáticas no interior das instalações sem forro de cobertura e com forro a partir do E.V.A., uma vez que a dieta fornecida era a mesma para todos os animais dos tratamentos.

O tempo gasto pelo animal em ócio é considerado aquele período em que os animais permanecem parados, sem realizar qualquer atividade, seja ela alimentar, beber e ruminar (Ribeiro, 2010), e para Marques (2000) pode variar ainda em função da estação do ano, com maior durabilidade durante os meses mais quentes.

Para Zanine et al. (2006) ovinos preferem adotar a posição de ócio nas horas mais quentes do dia, em função do aproveitamento energético do alimento ingerido, bem como auxiliar na dissipação do calor incrementado. Nessa perspectiva, provavelmente o maior tempo gasto com OD ( $395,9 \text{ min dia}^{-1}$ ) deu-se em função do auxílio na eliminação do calor metabólico por meio sensível, uma vez que as instalações sem forro de cobertura proporcionaram maiores condições climáticas no interior dessa instalação.

Oliveira et al. (2013b) ao trabalharem com comportamento de ovinos Santa Inês em ambiente com e sem disponibilidade de sombra, observaram elevação da atividade em ócio dos ovinos, principalmente entre 12h00 às 15h00 (horários de temperaturas mais elevadas). Resultado semelhantes aos achados de Marques et al. (2012) por observarem maior tempo gasto em ócio de ovelhas Santa Inês submetidas em pastejo contínuo, porém os mesmos autores defendem a ideia da posição deitada como condição de bem-estar.

O tempo gasto com a atividade de ruminação é comumente observado e prolongado durante a noite (Zanine et al., 2006), e retrata-se a uma atividade que depende do estado fisiológico do animal, sendo o mesmo, realizado em condições favoráveis, como as condições climáticas dentro da normalidade para a espécie. Assim corrobora Gill (2008) onde a ruminação pode levar horas, e exige que o animal esteja confortável e relaxado para tal prática.

Diante das melhores condições climáticas no interior das instalações a base de forro de E.V.A., respondidas por menor ITGU e temperaturas superficiais, a situação

proporcionou aos animais condições mais favoráveis ao desenvolvimento da atividade fisiológica (ruminar), respondendo por maior tempo gasto com 96,5 min. dia<sup>-1</sup>.

Outras atividades fisiológicas com ócio em pé, ruminando deitado e alimentando-se foram pouco manifestadas, e não esboçaram diferença entre os tratamentos, levando a crer que a influencia exercida pelas condições empregadas aos animais não foram tão acentuadas, de forma a evidenciar modificação em toda estrutura do comportamento ingestivo dos ovinos em estudo, aliado também a utilização da mesma dieta, ter auxiliado na pouca manifestação, como visto também por Matos Junior et al. (2016).

Porém, vale salientar, que a pequena modificação no comportamento ingestivo dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos não refletiu no consumo da dieta e no desempenho produtivo, repercutindo ganho de peso diário estatisticamente igual para os animais diante as condições empregadas, e todas essas ações positivas, arremete-se em sua grande concepção a adaptabilidade da raça empregada no presente estudo, enfatizando importante raça a ser explorada nas condições semiáridas.

A partir das características biométricas testiculares, quanto a circunferência escrotal (cm), largura (cm), comprimento (cm) e volume testicular (cm<sup>3</sup>) bem como o cálculo para a razão largura: comprimento, obteve-se a razão testicular existente nos machos distribuídos nos diferentes tratamentos avaliados (Tabela 21).

Tabela 21. Média das características biométricas testiculares dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados

Tratamentos	Características Biométricas Testiculares			
	Circunferência escrotal	Largura	Comprimento	Volume
		cm		cm <sup>3</sup>
Sem forro	32,3	5,7	10,0	348,8
LV	30,0	5,5	9,2	287,4
E.V.A.	30,3	5,7	9,5	295,4
Desvio Padrão	2,85	0,59	0,87	0,33

Por meio do resumo do quadro de análise de variância resultante da razão observada entre a largura e o comprimento testicular dos ovinos submetidos às diferentes instalações, observou-se que os tratamentos testados não esboçaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) para esta variável, respondendo por média geral de 0,5905 – R2 (Tabela 22 e 23).

Tabela 22. Resumo da análise de variância quanto à razão largura: comprimento testicular dos ovinos submetidos às diferentes instalações

FV	GL	Quadrado médio
Tratamento	2	0,00113 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	0,00224
Total	11	
CV (%)	8,02	

ns: Efeito não significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 23. Médias da razão entre a largura e o comprimento testicular dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados

Tratamentos	Larg/Compr.	R (classificação)
Sem forro	0,5712	R2
LV	0,5977	R2
E.V.A.	0,6025	R2
<i>Média Geral</i>	<i>0,5905</i>	<i>R2</i>
<i>Des. Padrão</i>	<i>0,44</i>	-
<i>Efeito</i>	<i>ns</i>	-

ns: Efeito não significativo ao teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com Bailey et al. (1996) a classificação testicular em virtude da característica biométrica dá-se pela razão existente entre as medidas aferidas da largura e do comprimento testicular (dos dois testículos do animal), através do resultado expresso, permite-se classificar o testículo dos ovinos em cinco diferentes formas (longo, longo/moderado, longo/oval, oval/esférico e esférico). Baseado nos resultados obtidos observa-se que não houve efeito significativo ( $p>0,05$ ) desta variável para os animais submetidos aos diferentes tratamentos, seguindo média geral de 0,5905, com classificação R2 (longo/moderado).

Nos ovinos avaliados, independente do tratamento submetido ao mesmo, observou-se a predominância do formato longo/moderado, resultado semelhante aos achados de Louvandini et al. (2008), ao trabalharem com ovinos Santa Inês, encontraram formato entre moderadamente longo (43,48%) e longo/oval (43,48%), e percebeu-se modificação do volume testicular dos animais quando os mesmos apresentaram tais formatos.

Características biométricas testiculares são traçadas como método de escolha de machos a serem utilizados como reprodutores em um rebanho, por ser assim uma técnica de fácil aplicabilidade adotada por produtores rurais. O formato dos testículos apresenta correlação com o perímetro escrotal e/ou volume escrotal, e este com a

concentração espermática e normalidade espermática, e tem sido adotada como critério na avaliação da capacidade reprodutiva (Gonçalves et al., 2008). Para Rege et al. (2000) inclusão de características biométricas testiculares no processo de seleção de reprodutores ocorre, principalmente em decorrência de sua correlação positiva com a fertilidade dos machos.

O formato dos testículos possibilita a escolha da melhor equação para cálculo do volume testicular mais real possível dos ovinos, uma vez que se tem a adoção de várias equações, como as traçadas por Granville et al. (1986) e Bailey et al. (1996). Segundo Louvandini et al. (2008), a equação do prolato esferoide, descrita por Bailey et al. (1996), é um preditor do volume testicular mais confiável, por se aproximar melhor da forma testicular dos ovinos Santa Inês. Pois, o volume testicular constitui uma medida mais representativa da produção espermática, principalmente naqueles machos que possuem testículos com formato mais alongado.

O uso das equações matemáticas para estimar o volume testicular é uma maneira precisa para obter o tamanho dos testículos, pois se baseiam nas medições físicas quanto à largura e comprimento, para o cálculo.

A concentração espermática (espermatozoides/mL) dos ovinos revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre as diferentes condições submetidas aos animais quanto à instalação, com maior concentração nos animais acondicionados às instalações com forro de cobertura a partir do E.V.A. (Tabela 24).

Tabela 24. Média da concentração espermática dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos testados (sem forro, LV e E.V.A.)

Tratamentos	Concentração espermática (sptz/mL)	<i>F value</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Sem forro	$2,8 \times 10^{8b}$	3,37	61,86	$2,5 \times 10^8$
LV	$3,7 \times 10^{8ab}$			
E.V.A.	$5,1 \times 10^{8a}$			
<i>Média Geral</i>	$3,8 \times 10^8$			

Medias seguidas de mesma letra na coluna, não diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A concentração espermática é uma das principais avaliações a serem realizadas no material seminal dos machos, pois representa a quantidade de células, ou seja, de espermatozóides por mL ou  $\text{mm}^3$ , assim como apontado por Oliveira et al. (2013) ao considerarem a concentração espermática como meio de determinação do número de espermatozóides por unidade de volume. Conforme o CBRA (1998) a concentração

espermática pode sofrer variações em função de fatores extrínsecos como método de coleta, frequência de atividade do reprodutor e seu condicionamento, bem como por fatores intrínsecos, como idade, tamanho e estado de higidez testicular.

Segundo Oliveira et al. (2013) o intervalo considerado normal para a espécie quanto a concentração espermática varia entre  $2,0 - 6,0 \times 10^9$  espermatozoides/mL; Já o manual do CBRA (1998) conota valores referências de  $3,0 \times 10^9$  espermatozoides/mL. Para Mies Filho (1987) a concentração espermática de carneiros deve situar-se em torno dos  $3,0 \times 10^6$  espermatozoides/mm<sup>3</sup>. Partindo desses valores referenciais, a concentração espermática média do presente estudo ( $3,8 \times 10^8$  espermatozoides/mL) situou-se abaixo dos valores referenciais. E tal resultado reporta-se ao método de coleta, pois o uso do eletroejaculador gera como consequência variação do material seminal, seja no volume, bem como na concentração espermática e aumento de defeitos espermáticos.

Assim visto por Oliveira et al. (2013), ao conotarem que o método por eletroejaculação pode resultar em aumento do volume espermático, em função do estímulo das glândulas anexas, porém pode gerar redução da concentração espermática. Gonçalves et al. (2008) complementam a informação ao elucidarem que tal método tem o inconveniente de fornecer ejaculado com características físicas que podem estar fora dos parâmetros fisiológicos da espécie.

Silva (2013c) ao trabalhar com parâmetros reprodutivos de ovinos no semiárido paraibano observou baixa concentração espermática ( $1,65 \times 10^3$  espermatozoides/mL) nos ovinos Santa Inês com o uso do eletroejaculador, permanecendo abaixo da normalidade para a espécie, porém o volume obtido (1,62 mL) permaneceu dentro da normalidade, de 1,0 mL (CBRA, 1998). Maia et al. (2015) ao trabalharem com características seminais de ovinos Santa Inês em condições de clima tropical, pelo método de vagina artificial, observaram concentração espermática de  $3,9 \times 10^9$  espermatozoides/mL, com menor volume, 0,81 mL. Diante informação, permite-se observar o efeito que o método de coleta esboça sobre as características seminais.

A partir dos resultados encontrados, observa-se menores concentrações espermáticas nos ovinos acondicionados nas instalações sem o forro de cobertura, com média de  $2,8 \times 10^8$  espermatozoides/mL. As instalações com a utilização do forro proporcionaram maiores concentrações, refletindo em  $3,7 \times 10^8$  espermatozoides/mL e  $5,1 \times 10^8$  espermatozoides/mL, nas instalações com forro a base de LV e E.V.A., respectivamente.

Os resultados estão correlacionados as condições climáticas atenuantes sobre os animais, principalmente àqueles submetidos às instalações sem forro de cobertura, pois nestas instalações obtiveram-se maiores temperaturas superficiais de cobertura, bem como maior ITGU nessas instalações. Aliado ainda a esses fatores observou-se aumento da temperatura testicular nesses animais, na ordem de temperatura média de 34,0 °C (Tabela 12), e variação deste entre os horários, de 33,6 °C a 36,0 °C (Figura 25C).

Salles (2010) aborda que os elementos climáticos têm influência sobre os parâmetros reprodutivos de machos, principalmente no período seco, no qual a temperatura ambiente mais elevada diminui a qualidade seminal, decorrente de uma redução da porcentagem de espermatozóides móveis e aumento das patologias espermáticas.

Os resultados do presente estudo mantiveram-se abaixo dos valores referenciais para a espécie, e abaixo dos relatos observados em diferentes pesquisas envolvendo a raça Santa Inês em clima tropical (Pacheco et al., 2009; Maia et al., 2015). Tais resultados reportam-se as condições climáticas sobre os animais nas instalações sem forro de cobertura, mesmo que as respostas fisiológicas não tenham sofrido grande variação, o aumento da temperatura testicular por si refletiu nas características seminais, como a menor concentração espermática.

De acordo com Chemineau et al. (1991) o aumento da temperatura ambiente, especialmente durante período seco, interfere a termorregulação testicular, refletindo negativamente sobre a espermatogênese, e portanto, na qualidade seminal. Pois a elevação da TR a 39°C a 39,5°C afeta a espermatogênese, tanto na concentração como no surgimento de anomalias espermáticas. Ciereszko et al. (2000) complementam a informação ao elucidarem que uma das possíveis causas na alteração espermática se dá em função da enzima acrosina dos espermatozóides produzidos durante o período de elevadas temperaturas.

Dentre os indicadores bioquímicos do sangue de ovinos, apenas a uréia revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sob os diferentes dias de coletas. Para albumina, GGT, creatina, ácido úrico e colesterol, não foram observados efeito significativo ( $p > 0,05$ ) entre tratamentos e coletas (Tabela 25). Porém, a análise mostrou interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre coleta e tratamentos para ALT, AST, cálcio, glicose e triglicérides (Tabela 26).

Dentro dos aspectos de adaptabilidade dos animais frente às condições impostas, a avaliação da mesma encontra-se cada vez mais ampla, de maneira a envolver

parâmetros pouco observados na bioclimatologia animal, como o estudo dos parâmetros sanguíneos, empregados como indicadores homeostáticos (Ferreira et al., 2009; Façanha et al., 2013).

Tabela 25. Média dos indicadores bioquímicos dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos (Sem forro, LV e E.V.A.) e dias de coleta (dia 1, dia 30 e dia 60)

Indicadores bioquímicos	Tratamento			Valor médio	F value
	Sem forro	LV	E.V.A.		
Albumina	3,05 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a</sup>	3,13 <sup>a</sup>	3,10	0,25
GGT	53,91 <sup>a</sup>	47,15 <sup>a</sup>	47,33 <sup>a</sup>	49,46	0,72
Creatina	1,07 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	1,06	0,99
Ácido Úrico	0,34 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,32	0,10
Colesterol	48,79 <sup>a</sup>	51,74 <sup>a</sup>	46,00 <sup>a</sup>	48,84	0,48
Uréia	51,75 <sup>a</sup>	52,15 <sup>a</sup>	52,32 <sup>a</sup>	52,07	0,02
	Coleta				
	Dia 1	Dia 30	Dia 60		
Albumina	2,94 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	3,11	2,89
GGT	52,75 <sup>a</sup>	45,24 <sup>a</sup>	50,41 <sup>a</sup>	49,46	1,28
Creatina	1,01 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>	1,06	2,61
Ácido Úrico	0,35 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,32	0,40
Colesterol	46,09 <sup>a</sup>	50,81 <sup>a</sup>	49,09 <sup>a</sup>	48,66	0,53
Uréia	46,55 <sup>b</sup>	55,07 <sup>a</sup>	54,60 <sup>a</sup>	52,07	14,97

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey; Parâmetros: Albumina (g/dL), GGT: gama glutamil transferase (UI/L), Creatina (mg/dL), Ácido úrico (mmol/L), Colesterol (mg/dL), e Uréia (mg/dL)

Para Wittwer (2000) indicadores bioquímicos são substâncias cuja determinação em amostras de fluidos de animais, estabelece o grau de homeostase, e podem ser traçados como parâmetros de indicadores de estresse térmico (Façanha et al., 2013). Porém, vale ressaltar que assim como qualquer outro parâmetro, o mesmo pode ser influenciado pela raça, idade, dieta, manejo, clima, estado fisiológico e nível de produção (Wittwer, 2000).

A concentração de uréia entre os ovinos não esboçou diferença significativa entre os tratamentos, com média geral de 52,0 mg/dL, porém, revelou efeito em função das coletas, com maiores valores séricos metabólicos no dia 30 e 60, com 55,07 mg/dL e 54,60 mg/dL, respectivamente. Mesmo com variação entre as coletas, o valor encontrado de uréia manteve-se acima do intervalo de referência para a espécie em questão, pois segundo Kanudo et al. (1997), a mesma deve situar-se entre 26 a 42 mg/dL, já Witter (2000) relata valores referenciais menores, de 8 a 20 mg/dL.

Por ser a ureia um produto metabólico nitrogenado, formado no fígado, e sua elevada concentração no sangue ligada a fatores nutricionais (Kerr, 2003), o aumento da ureia no presente estudo estaria mais correlacionado a alimentação do que propriamente aos tratamentos e coletas submetidas aos animais.

Os demais indicadores bioquímicos como albumina, GGT, creatina, ácido úrico e colesterol permaneceram muito próximos aos intervalos de referência para a espécie, com 2,4 – 3,9 mg/dL, 20 – 52 UI/L, 1,2 - 1,9 mg/dL, 0,05 – 2,0 mmol/L e 52 – 76 mg/dL (Kanudo et al., 1997), respectivamente, de forma a elucidar, que os tratamentos bem como os dias de coletas não esboçaram variação nestes indicadores bioquímicos.

O efeito da interação entre tratamento X coleta revelou diferença significativa para as enzimas ALT (alanina aminotransferase) e AST (aspartato aminotransferase), apresentando comportamento semelhante entre ambos, com menores concentrações séricas nos animais submetidos às instalações com o forro de cobertura a base de E.V.A., em ênfase na 1ª coleta realizada (dia 01).

Para Kerr (2003) a AST trata-se por ser uma enzima encontrada particularmente no músculo esquelético e cardíaco, bem como no fígado e hemácias. E a ALT é uma transaminase, e tida como enzima de indução, presentes nas membranas celulares. Segundo Thrall (2007), o aumento nas atividades dessas enzimas no soro sanguíneo sugere lesão de células hepáticas (hepatócito), ou seja, avalia a integridade hepática.

Nos resultados obtidos, mesmo que ocorrido à diferença estatística, partindo dos intervalos referenciais dessas enzimas para a espécie em questão, a AST manteve-se dentro da normalidade, entre 60 – 280 UI/L, bem como a ALT, com 26 -34 UI/L (Kanudo, 1997), com leve diminuição apenas nos animais alocados em instalações com forro de E.V.A.

Menores atividades enzimáticas (ALT e AST) podem estar relacionadas às condições climáticas submetidas aos animais, pois o calor pode proporcionar comprometimento das atividades enzimáticas, aliado ainda a tal fator relata-se que o aumento do teor sanguíneo de glicocorticoides muitas vezes gera como consequência o aumento dessas enzimas hepáticas, e esse aumento pode advir de maior produção da enzima induzida pelo corticoide, bem como da lesão de hepatócitos.

Mesmo resultando em diferença significativa entre tratamento e coleta, os resultados obtidos para cálcio sérico permaneceram dentro do intervalo de referência para ovinos, de 7,6 – 12,8 mg/dL, conforme Batista et al. (2009). Sua maior concentração no tratamento longa vida provavelmente relacionou-se a menor atividade

respiratória dos animais ( $51,7 \text{ mov. min}^{-1}$ ) para manutenção térmica; pois respiração acelerada gera como consequência alcalose respiratória, desequilíbrio ácido-básico que diminui a concentração de dióxido de carbono, gerando diminuição das concentrações de  $\text{H}^+$  e cálcio no sangue (González et al., 2000).

Tabela 26. Valores médios da interação entre os tratamentos testados e os dias de coleta sobre os indicadores bioquímicos do sangue de ovinos machos

Tratamentos	Alanina aminotransferase (ALT)		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	24,75 <sup>Aa</sup>	28,00 <sup>Aa</sup>	21,25 <sup>Aa</sup>
LV	22,50 <sup>Aa</sup>	27,00 <sup>Aa</sup>	20,75 <sup>Aa</sup>
E.V.A.	14,50 <sup>Bb</sup>	22,25 <sup>Aa</sup>	22,00 <sup>Aa</sup>
	Aspartato aminotransferase (AST)		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	137,0 <sup>Aa</sup>	120,7 <sup>Aa</sup>	115,7 <sup>Aa</sup>
LV	132,7 <sup>Aab</sup>	132,7 <sup>Aa</sup>	114,7 <sup>Aa</sup>
E.V.A.	106,5 <sup>Bb</sup>	132,2 <sup>ABa</sup>	147,5 <sup>Aa</sup>
	Cálcio		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	10,7 <sup>Aa</sup>	9,10 <sup>Aa</sup>	9,02 <sup>Aa</sup>
LV	11,82 <sup>Aa</sup>	10,17 <sup>ABa</sup>	8,82 <sup>Ba</sup>
E.V.A.	7,07 <sup>Bb</sup>	9,67 <sup>Aa</sup>	9,20 <sup>Aa</sup>
	Glicose		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	62,95 <sup>Aa</sup>	39,20 <sup>Ba</sup>	36,65 <sup>Ba</sup>
LV	55,32 <sup>Aa</sup>	39,25 <sup>Aa</sup>	41,87 <sup>Aa</sup>
E.V.A.	34,42 <sup>Ab</sup>	36,45 <sup>Aa</sup>	42,70 <sup>Aa</sup>
	Triglicerídeos		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	22,15 <sup>Aa</sup>	20,20 <sup>Aa</sup>	17,25 <sup>Ab</sup>
LV	21,32 <sup>Aa</sup>	20,62 <sup>Aa</sup>	14,12 <sup>Bb</sup>
E.V.A.	12,50 <sup>Bb</sup>	17,95 <sup>Aa</sup>	24,70 <sup>Aa</sup>
	Proteínas totais		
	Dia 01	Dia 30	Dia 60
Sem forro	7,61 <sup>Aa</sup>	6,67 <sup>Aa</sup>	6,50 <sup>Aa</sup>
LV	7,42 <sup>Aab</sup>	7,47 <sup>Aa</sup>	6,19 <sup>Aa</sup>
E.V.A.	5,77 <sup>Ab</sup>	7,46 <sup>Aa</sup>	7,45 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para o mesmo parâmetro; Parâmetros: ALT: alanina aminotransferase (UI/L), AST: aspartato aminotransferase (UI/L), Cálcio (mg/dL), Glicose (mg/dL), Triglicerídeos (mg/dL) e PT: Proteínas totais (g/dL)

Varquez & Herrera (2003) ao trabalharem com concentração plasmática de cálcio em vacas, observaram que à medida que a condição climática proporcionava

situações mais favoráveis (temperatura 35,5 °C vs 27,5 °C), os níveis de cálcio no sangue permaneciam elevados (níveis de 9,02 mg/dL vs 15,27 mg/dL). Corroborando ainda com a afirmativa de ORR et al. (1990) no qual concentração de fósforo, cálcio e outros elementos diminuem significativamente em animais teoricamente estressados.

Em função dos fatores estressores submetidos aos animais, como as elevações das condições climáticas, independente dos tratamentos, além do manejo, provavelmente resultou em estresse crônico com o passar dos dias experimentais, resultado em diminuição da concentração sérica do cálcio entre os dias de coleta, com menor valor sérico do cálcio no dia 60, para os animais submetidos às instalações a base do forro de LV, com 8,82 mg/dL.

Animais quando submetidos a condições adversas ao seu controle de homeostase, pode encontrar-se em situação de estresse, seja na forma aguda ou crônica. Para Façanha et al. (2013) a homeostase é coordenada por processos fisiológicos, através de comunicação nervosa ou química entre os tecidos, na qual os hormônios desempenham papel decisivo. E o estresse está ligado intimamente a hormônios como a epinefrina, noraepinefrina (catecolaminas) e o glicocorticosteróides (cortisol e costecosterona).

O cortisol estimula a gliconeogênese pelo fígado; e a liberação da glicose na corrente sanguínea serve para mobilizar os carboidratos, lipídeos e proteínas, quando o organismo encontra-se sob condições estressoras (Salles, 2010). Já as catecolaminas afetam o metabolismo da glicose, ao tornar acessíveis os nutrientes armazenados nos músculos, fornecendo energia para exercícios fatigantes (Wingfield et al., 1997). Mediante informação, uma maior liberação de glicose na corrente sanguínea, acima do referido para a espécie, 50-80 mg/L para ovinos (Witter, 2000), correlaciona-se a situações de estresse imposta aos animais (Kerr, 2003).

Dentro dos resultados obtidos do presente estudo, observa-se maior valor sérico de glicose nos animais submetidos às instalações sem forro de cobertura, principalmente no 1º dia de coleta (62,95 mg/L), e essa elevação reporta-se a situação imposta aos animais, com maiores temperaturas ambientais nessa instalação, porém não caracterizou uma situação de estresse crônico, em função da média obtida estar dentro do intervalo de referência para a espécie.

Os triglicerídeos produzidos no fígado, por não serem hidrossolúveis, necessitam estar ligados a proteínas plasmáticas para serem transportadas, diante tal informação, o

comportamento observado nos níveis de triglicerídeos seguiram tendência das proteínas totais, por obterem funções específicas.

Mesmo revelando efeito significativo entre tratamento e coleta, os valores encontrados no presente estudo, seja para triglicerídeos e proteínas totais, permaneceram dentro do valor de intervalo para a espécie ovina, que segundo Kanudo et al. (1997), varia entre 17,7 – 54,7 mg/dL e 6,0 – 7,5 g/dL.

Em função de o cortisol alterar o metabolismo, seja de carboidratos, proteínas e gorduras, isso disponibiliza um maior volume de substrato energético circulante para as células, resultando em maiores níveis de lipídeos na corrente sanguínea, como vista no presente estudo. Mas, não resultou em valores acima da referência, levando a crer que a situação empregada permitiu modificações numéricas entre os indicadores bioquímicos, mas não refletiu por estarem em condições totalmente adversas, muito provavelmente em função da adaptabilidade que a raça demonstra as condições empregadas, seja de manejo, seja de clima.

Ao trabalhar-se com os indicadores bioquímicos para quantificação de um estado fisiológico do animal, voltado na percepção do efeito que o ambiente térmico exerce sobre tal, relatos científicos apontam que alguns indicadores sofrem influência mais expressiva do fator faixa etária, do que efeitos que as condições de manejo e ambiente possam expressar (Souza et al., 2009). Porém, segundo Ferreira et al. (2009) ao trabalharem com parâmetros bioquímicos de bovinos submetidos a estresse térmico por calor, observaram aumento nas concentrações séricas de proteína total, albumina, creatinina, uréia, GGT e AST no período de temperaturas mais elevadas. Com isso, percebe-se a necessidade da verticalização dos estudos quanto o efeito exercido do ambiente térmico sobre ovinos, principalmente os nativos, em função da acentuada adaptabilidade destes as condições semiáridas.

## CONCLUSÕES

- A utilização de forro de cobertura diminui a temperatura interna das instalações, com maior expressão nos horários de temperatura ambiente mais elevada;
- O forro de cobertura a partir do E.V.A. proporcionou melhores condições de conforto térmico no interior das instalações, respondendo por menores CTR e ITGU;
- Diante resultados alcançados, pode estabelecer maiores valores de ITGU que caracterizam situação de conforto térmico para ovinos Santa Inês;
- Maiores gradientes térmicos foram observados para as instalações a partir de forro de cobertura com E.V.A., evidenciando melhores condições internas nas instalações;
- Ovinos machos Santa Inês submetidos às instalações de forro de cobertura a partir do E.V.A. expressaram menores modificações nas respostas fisiológicas. Em contrapartida, animais submetidos as instalações sem forro responderem por maiores respostas fisiológicas bem como aumento da temperatura testicular;
- Independente dos tratamentos não houve diferença entre eles quanto o consumo da dieta, refletindo desempenho semelhante dos ovinos;
- A instalação sem forro de cobertura elevou o consumo de água pelos ovinos como forma de auxiliar na dissipação de energia térmica;
- Maior gradiente térmico existente nas instalações com forro de cobertura a partir do E.V.A. possibilitou maior troca térmica entre o animal e o ambiente;
- Os ovinos machos Santa Inês apresentaram semelhança entre a razão largura: comprimento testicular, independente dos tratamentos submetidos;
- As instalações sem forro de cobertura proporcionou as piores concentrações espermáticas nos ovinos da raça Santa Inês, com valores abaixo do intervalo padronizado para a espécie esboçado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. A utilização do forro de cobertura possibilita aumento da concentração espermática;

- Os indicadores bioquímicos não fugiram dos intervalos de referência, de forma a acreditar que as diferentes condições empregadas aos animais não proporcionaram grandes modificações nos indicadores bioquímicos em função da adaptabilidade da raça na região semiárida;
- As mudanças comportamentais ingestivas dos ovinos não foram suficientes para gerar modificações comportamentais expressivas, refletindo nos dados semelhantes de desempenho animal;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, P. G.; Abreu, V. M. N. Avaliação da temperatura da superfície de coberturas de abrigos abertos para aves coloniais. IN: Congresso Brasileiro de Agroecologia; 3.; Seminário Estadual de Agroecologia, 3, 2005. Florianópolis. Anais ... Florianópolis, 2005. CD-ROM.

Abreu, P. G.; 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. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.4, p.1014-1020, 2007.

Abreu, P. G.; Abreu, V. M. N.; Franciscon, L.; Coldebella, A.; Amaral, A. G do. Estimativa da temperatura de globo negro (TGN) a partir da temperatura de bulbo seco (TBS). Engenharia na Agricultura, v.19, n.6, p.557-563, 2011.

Almeida, E. A. de A.; Souza, F. A. de.; Milani, A. P.; Furlan, R. L.; Turco, J. E. P. Estudo de diferentes coberturas e espaçamentos entre camadas duplas sobre a temperatura superficial da telha e do ambiente. Anais... XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, 8p.

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15220, Desempenho térmico de edificações- Parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

Baêta, F. C.; Souza, C. Ambiências em edificações rurais; Conforto animal. 2 ed. Viçosa. Editora UFV, 2010. 269p.

Bailey, T. L.; Hudson, R. S.; Powe, T. A.; Riddell, M. G.; Wolfe, D. F.; Carson, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. Theriogenology, v.49, n.3, p.581-594, 1998.

Bailey, T. L.; Monke, D.; Hudson, R. S.; Wolfe, D. F.; Carson, R. L.; Riddell, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. Theriogenology, v.46, n.3, p.881- 887, 1996.

Barnabé, J. M. C.; Pandorfi, H.; Almeida, G. L. P de.; Guiselini, C.; Jacob, A. L. Temperatura superficial de materiais utilizados para cobertura individual de bezerreiros. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.5, p.545-550, 2014.

Barnabé, J. M. C.; Pandorfi, H.; Almeida, G. L.; Guiselini, C.; Jacob, A. L. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental, v.19, n.5, p.481-488, 2015.

Batista, L. N.; Souza, B. B. de.; Oliveira, G. J. C. de.; Roberto, J. V. B.; Araujo, R. P. de.; Ribeiro, T. L. A.; SILVA, R. A. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico, *Journal Animal Behaviour and Biometerology*, v.2, n.3, p.102-108, 2014.

Batista, M. do C. de S.; Castro, S. M. M. S.; Carvalho, C. C. D.; Riet-Correa, F. 2009. Hemograma, proteinograma, ionograma e dosagens bioquímicas enzimáticas de ovinos acometidos por conidiobolomicose no nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.29, n.1, p.17-24, 2009.

Bicudo, D. S.; Siqueira, J. B.; Meira, C. Patologias do sistema reprodutor de touros. *Biológico*, v.69, n.2, p.43-48, 2007.

Blom, E. The ultrastructure of some characteristic sperm defects and a proposal for a new classification of the bull spermogram. *Nordisk Veterinaer Medicin*, v.25, n.7, p.383-391, 1973.

Bond, T. E.; Kelly, C. F.; Ittner, N. R. Radiation studies of pointed shade materials. *Agricultural Engineering*, v.35, n.6, p.389-392, 1954.

Buffington, D. E.; Collazoa-Rocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Thatcher, W. W.; Collier, R. J. 1981. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

Camerini, N. L.; Nascimento, J. W. B do.; Fook, M. V .L.; Soares, E. A.; Silva, F. A. S. Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo de EVA. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.4, n.2, p.40-47, 2009.

Camerini, N. L.; Nascimento, J. W. B do. Análise da influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.7, n.1, p.48-51, 2012.

Cardoso, S. D.; Souza, S. C. Aspectos fisiológicos da ingestão de água no organismo humano e sua influência no rendimento atlético. *Revista de Trabalhos Acadêmicos*, v.1, n.2, 2010.

Carneiro, T. A. Tipos de cobertura para o acondicionamento térmico primário de instalações rurais – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 81f, 2014.

Carvalho, H. G de. Materiais de cobertura e suas associações a forros e materiais isolantes no ambiente térmico de protótipos abertos e fechados com vistas a produção de frangos em ambiente quente. Universidade Federal de Viçosa, 2013. 91p. Tese de doutorado.

Castro, A. C. Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ. Piracicaba, 2012. Tese de doutorado.

Cavalcanti, M. A. V.; Mendes, J. V. L.; Cavalcanti, B. T. V.; Silveira, F. F. Comparative analysis of the efficiency of thermal systems built with reflective insulators with and without vacuum. *Thermal Engineering*, v.8, n.2, p.15-20, 2009.

CBRA (Colégio Brasileiro de Reprodução Animal). Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2º ed. Belo Horizonte, MG, 1998. 49p.

Chemineau, P.; Cognié, Y.; Guerin, V. et al. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. Rome: FAO. FAO Anim. Prod. Health Paper, 83, 222p., 1991.

Ciereszko, A.; Ottobre, J.S.; Glogowski, J. 2000. Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Animal Reproduction Science*, v.64, n.1 p.89-96, 2000.

Coelho, L.A.; Sasa, A.; Bicudo, S. D.; Balieiro, J. C. C. Concentrações plasmáticas de testosterona, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em bodes submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.6, p.1338-1345, 2008.

Cordão, M. A.; Souza, B. B. de.; Pereira, G. M.; Bakke, O. A.; Silva, A. M. de A.; Lopes, J. J. Respostas fisiológicas de cordeiros Santa Inês em confinamento à dieta e ao ambiente físico no trópico semiárido. *Agropecuária Científica do Semiárido*, v.6, n.1, p.47-51, 2010.

Costa, J. H. S.; Palmeira, F. Q. de Q. G.; Silva, R. T. S.; Furtado, D. A.; Dantas, R. T.; Santos, L. F. D. dos. Caracterização do ambiente térmico e adaptabilidade de reprodutores ovinos nativos e exóticos no cariri paraibano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável*, v.9, n.3, p.350-355, 2014.

Costa, R. F. Desempenho e eficiência térmica de placas tipo sanduíche de EVA + resíduos como forro de cobertura. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2015. 116p. Dissertação de mestrado.

Cravo, J. C. M.; Sartori, D. de L.; Nakanishi, E. Y.; Fiorelli, J.; Balieiro, J. C. de C.; Santos, W. N. dos. Forro ecológico de resíduos agroindustriais para galpões avícolas, *Ciência Rural*, v.44, n.8, p.1466-1471, 2014.

Cunha, M. das G. G.; Gonzalez, C. I. M.; Carvalho, F. F. R. de.; Soares, A. T. Effect of diets containing whole cotton seed on the quality of sheep sêmen. *Acta Scientiarum Animal Science*, v.34, n.3, p.305-311, 2012.

Dobson, H.; Fergani, C.; Routly, J. E.; Smith, R. F. Effects of stress on reproduction in ewes. *Animal Reproduction Science*, v.130, n.3, p.135-140, 2012.

Eloy, A. M. X.; Pereira, E. P. Estresse na reprodução de caprinos machos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.37, n.2, p.156-163, 2013.

Esmay, M. L. Principles of animal environment. 2. ed. Westport: CT Avi, 1969. 325p.

Esmay, M.L. Principles of animal environment. Westport : Avi, 1982. 325p.

Eustáquio Filho, A.; Teodoro, S. M.; Santos, P. E. F.; Silva, M. W. R.; Murta, R. M.; Carvalho, G. C. P.; Souza, L. E. B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.

Façanha, D. A. E.; Chaves, D. F.; Morais, J. H. G.; Vasconcelos, Â. M.; Costa, W. P.; Guilhermino, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.1, p.91-103, 2013.

Faghih, A. K.; Bahadori, M. N. Three dimensional numerical investigation o airflow over domed roofs. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, v.98, n.3, p.161-168, 2010.

FAO. 2011. Fao Statistics Division. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/1573/destopdefault.aspx?pogeld=573#ancor> Acesso em: 18/02/2014.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Estatísticas FAO, 2015. Disponível em: Acesso em 06/09/2016

Ferreira, F.; Campos, W. E.; Carvalho, A. U.; Pires, M. F.; Martinez, M. L.; Silva, M. V. G.; Verneque, R. S. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.4, p.769-776, 2009.

Ferreira, F.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Coelho, S. G.; Carvalho, A. U.; FERREIRA, P. M.; Cacury Filho, E. L.; Campos, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

Fiorelli, J.; Morceli, J. A.; 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.2, p.204-209, 2009.

Fiorelli, J.; Schmidt, R., Kawabata, C. Y.; Oliveira, C. E. L. D.; Savastano Junior, H.; Rossignolo, J. A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. *Ciência Rural*, v.42, n.1, p.64-67, 2012.

Gill, W. Applied sheep behavior. Agricultural Extension Service. Disponível em: <http://animalsciense.ag.utk.edu/sheep/pdf/AppliedSheepBehavior-WWG-2-04.pdf>. Acessado em: 06 de Abr. 2012.

González, F. H.; Borges, J. B.; Cecim, M. Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais de bovinos. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1-60, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In:

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds): **Anais do primeiro Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73-89, 2003.

Goulart, D. F.; Favero, L. A. A cadeia produtiva da ovinocaprinocultura de leite na região central do Rio Grande do Norte: estrutura, gargalos e vantagens competitivas. *Revista Agronegócios e Meio Ambiente*, v.4, n.1, p.21-36, 2011.

Guimarães, M. C. da C.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B do.; Tota, L. da C. A.; Silva, C. M. da.; Lopes, K. B de P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.2, p.231-237, 2014.

Guyton, A. C.; Hall, J. E. *Fisiologia Médica*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Guyton, A. C.; Hall, J. E. Hormônios Adrenocorticais. In: *Tratado de Fisiologia Médica*. 11ª Ed. Saunders Elsevier, p.944-959, 2006.

Healy, P. J.; Falk, R. H. Values of some biochemical constituents of the serum of clinically-normal sheep. *Australian Veterinary Journal*, v.50, n.7, p.302-305, 1974.

IBGE (2010). Disponível em [www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf). Acesso em 16/11/2013.

IBGE (2011). Efetivo de rebanhos. Rio de Janeiro: IBGE; 2011. Available from: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2241&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1). Acesso em: 06/09/2016

Kanudo J. J.; Harvey, D. W.; Bruss, W. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5.ed. New York: Academic Press, 1997. 932p.

Kastelic, J. P.; Cook, R. B.; Coulter, G. H.; Saacke, R. G. Insulating the scrotal neck affects semen quality and scrotal/testicular temperatures in the bull. *Theriogenology*, v.45, n.5, p.935-942, 1996.

Kerr, M. G. *Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia*. Editora Roca LTDA, 2003.

Koyuncu, M.; Uzun, S. K.; Ozis, S.; Durud, S. Development of testicular dimensions and size and their relationship to age and body weight in growing kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech Journal of Animal Science*, v.50, n.6, p.243-248, 2005.

Kumagai, J.; Fukuda, J.; Kodama, H.; Murata, M.; Kawamura, K.; Itoh, H.; Tanaka, T. Germ cell-specific shock protein 105 binds to p53 in a temperature sensitive manner in rat testis. *European Journal of Biochemistry*, v.267, n.10, p.3073-3078, 2000.

Leal, T. M.; Reis, J. de C.; Gurão, R. N. Perímetro escrotal e características do sêmen de carneiros deslançados da raça Santa Inês: Estudo de correlações. *Revista Científica de Produção Animal*, v.4, n.1/2, p.46-55, 2002.

Leitão, M. M. V. B. R.; Oliveira, G. M. de.; Almeida, A. C de.; Souza, P. H. F. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.12, p.1355-1360, 2013.

Leite, J. R de S.; Furtado, D. A.; Leal, A. F.; Souza, B. B.; Silva, A. S. da. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.4, p.443-448, 2012.

Lôbo, R. N. B.; Pereira, I. D. C.; Facó, O.; McManus, C. M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. *Small Ruminant Research*, v.96, n.2, p.93-100, 2011.

Louvandini, H.; McManus, C.; Martins, R. D.; Lucci, C. M.; Corrêa, P. S. Características biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes regimes de suplementação protéica e tratamentos anti-helmínticos. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, n.3, p.638-647, 2008.

Lucena, L. F. de A.; Furtado, D. A. Nascimento, J. W. B. do.; Medeiros, A. N. de.; Souza, B. B. de. Respostas fisiológicas de caprinos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.6, p.672-679, 2013.

Macari, M.; Soares, N. M. 2012. Água na avicultura industrial. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.

Madureira, K. M.; Gomes, V.; Barcelos, B.; Zani, B. H.; Shecaira, C. de L.; Baccili, C. C.; Benesi, F. J. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.2, p.811-816, 2013.

Maia, M. S.; Medeiros, I. M.; Lima, C. A. C. Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.35, n.2, p.175-179, 2011.

Maia, M. da S.; Silva, J. V. C da.; Medeiros, I. M. de.; Lima, C. A. C de.; Moura, C. E. B de. Características seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical, *Ciência Veterinária nos Trópicos*, v.18, n.1, p.20-25, 2015.

Marai, I. F. M.; El-Darawany, A. A.; Fadiel, A.; Abdel-Hafez, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. *Small Ruminant Research*, v.71, n.1, p.1–12, 2007.

Marques, J.A. O Stress e a Nutrição de Bovinos. Maringá-SP: Imprensa universitária, 2000. 42p.

Marques, J. A.; Prado, I. N.; Silva, P. de A.; Strada, E. S. de O.; Santana, A. L. A.; Pinheiro, E. G. P.; Mercês, L. M.; Santos, L. M dos. Comportamento ingestivo de diferentes categorias de ovinos Santa Inês em pastejo contínuo em *Brachiaria decumbens*, *Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias*, v.7, n.1, p.37-44, 2012.

Marta Filho, J. Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1993. 159p. Tese de doutorado.

Matos Junior, J. L. de.; Furtado, D. A.; Garcia Neto, S.; Costa, R. F.; Leite, P. G.; Meira, A. S. Simpósio Internacional de Ambiente e Engenharia na Produção. Anais... Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiente, V SIMCRA, 2016.

McArdle, W. D.; Katch, F. L.; Katch, V. L. Fisiologia do Exercício - Energia, nutrição e desempenho humano. 6º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.

Medeiros, R. M. de.; Brito, J. I. B. de.; Borges, C. K. Análise hidroclimático do município de Cabaceiras, PB. *Revista Brasileira de geografia física*, v.5, n.5, p. 1174-1190, 2012.

Mies Filho, A. Reprodução dos animais e inseminação artificial. 4ª ed. Porto Alegre: Sulina, v.1. 1987. 364p.

Monreal, A. C. D.; Anjo, D. S. dos.; Souza, A. S. de.; Souza, M. I. L. de. Morfologia espermática de carneiros nativos. *Arquivo Ciências veterinária e Zootecnia – UNIPAR*, v.15, n.1, p.19-23, 2012.

Moura, M. S. B. de; Angelotti, F. Clima. In: Albuquerque, A. C. S.; Silva, A. G. da. (Ed.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.2. p.411-429, 2008.

Moreira, E. P.; Moura, A. A. A.; Araújo, A. A. Efeito da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em carneiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1704-1711, 2001.

Nascimento, C. C. N.; Nascimento, M. R. B. de M.; Silva, N. A. M. da. Ocorrência de ondas de calor no triângulo mineiro e alto Paranaíba e seu efeito na produção leiteira e consume alimentar em bovinos. *Bioscience Journal*, v.30, n.5, p.1488-1495, 2014a.

Nascimento, G.R. do.; Nääs, I.A.; Baracho, M.S.; Pereira, D.F.; Neves, D.P. Termografia infravermelha na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.6, p.658-663, 2014b.

National Research Council. *Nutrients Requirements of sheep*. 6 ed. Washington, DC, USA, 1985. 99.p.

Neves, A. C. R. R.; Castro, L. O. A. Separação de materiais recicláveis: panorama no Brasil e incentivos à prática. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.8, n.8, p.1734-1742, 2012.

Nunes, J. F. Inseminação artificial em caprinos. p.111-125. In: *Biotécnicas aplicadas a reprodução animal*. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

Oliveira, F. A. de.; Turco, S. H. N.; Araujo, G. G. L. de.; Clemente, C. A. A.; Voltolini, T. V.; Garrido, M. S. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês em ambientes com e sem disponibilidade de sombra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.3, p.346-351, 2013b.

Oliveira, F. M. M.; Dantas, R. T.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Medeiros, A. N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológicos de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.4, p.631-635, 2005.

Oliveira, M. E. F.; Teixeira, P. P. M.; Vicente, W. R. R. *Biotécnicas reprodutivas em ovinos e caprinos*. Editora Med.Vet, 2013a. 306p.

Oliveira, M. P. de.; Barbosa, N. P.; Torres, S. M.; Leal, A. F.; Silva, C. G. Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.6, p.684-689, 2012.

Orr, C. L.; Hutcheson, D. P.; Grainger, R. B.; Cummins, J. M.; Mock, R. R. Serum copper, zinc, calcium and phosphorus concentrations of calves stressed by bovine respiratory disease and infectious bovine rhinotracheitis. *Journal Animal Science*, Urbana, v.68, n.9, p.2893-2900, 1990.

Pacheco, A.; Oliveira, A. F. M.; Quirino, C. R.; Landim, A. V. Características seminais de carneiros da raça Santa Inês na pré-puberdade, puberdade e na pós-puberdade seminal. *Ars Veterinaria*, v.25, n.2, p.90-99, 2009.

Perissinotto, M.; Moura, D. J.; Silva, I. J.; Matarazzo, S. V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p.289-294, 2005.

Pouey, M. T. F.; Dutra, A. D.; Foster, L. C.; Silva, A. C. B. Embalagens Longa Vida como Revestimento de Superfícies. In: *VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, 2011, Vitória / ES. VI ELECS, 2011.

Queiroz, E. O.; Macedo, F. de A. F. de.; Barbosa, O. R.; Zancanela, V.; Mora, N. H. A. P.; Baliscui, M. A. Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.16, n.1, p.199-209, 2015.

Reece, W. O. *Fisiologia de animais domésticos*. São Paulo: Roca, 1996. p.137-254.

Rege, J. E. O.; Toe, F.; Mukasa-Mugerwa, E.; Tembely, D.; Anindo, R. L.; Baker, A. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. *Small Ruminant Research*, v.37, n.3, p.173-187, 2000.

Ribeiro, F. L. A. Desempenho e crescimento alométrico de cordeiros Santa Inês e Lacaune x Santa Inês. Universidade Federal de Lavras. 76p. 2010. Dissertação Mestrado.

Ribeiro, N. L.; Furtado, D. A.; Medeiros, N. A.; Ribeiro, M. N.; Silva, R. C. B.; Souza, C. M. S. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. *Engenharia Agrícola*, v.28, n.4, p.614-623, 2008.

Rivero, R. *Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural*. 2.ed. Porto Alegre: D.C. Luzzato Editores, 1986. 240p.

Roberto, J. V. B.; Souza, B. B. de.; Silva, A. L. N. da.; Justiniano, S. V.; Freitas, M. M. S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes de suplementação no semiárido Paraibano. *Revista Caatinga*, v.23, n.1, p.127-132, 2010.

Salles, M. G. F. 2010. Parâmetros fisiológicos e reprodutivos de machos caprinos Saanen criados em clima tropical. Universidade Estadual do Ceará. 2010. 159p. Tese de doutorado.

Santos, J. D. F.; Eufrásio, R. O.; Pinheiro, G. F. M.; Alves, F. R.; Carvalho, M. A. M.; Machado Júnior, A. A. N. Influência da estação do ano sobre a estrutura testicular em ovinos explorados no sul do estado do Piauí. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.11, p.933-939, 2015.

Santos, J. R. S. Avaliação da adaptabilidade de ovinos Santa Inês Morada Nova e seus mestiços com a raça Dorper, ao semiárido. Patos: UFCG. 2004. 31p.

Santos, J. R. S. dos.; Souza, B. B. de.; Souza, W. H. de.; Cezar, M. F.; Tavares, G. de P. Respostas fisiológicas e gradiente térmico de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino, *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

Santos, S. G. C. dos.; Saraiva, E. P.; Pimenta Filho, E. C.; Santos, L. de F. D. dos.; Fonsêca, V. de F. C.; Veríssimo, T. N. S.; Almeida, M. E. V.; Pinheiro, A. da C. Seasonal and circadian variation of the sexual behavior of Morada Nova rams in tropical environment, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.44, n.1, p.8-14, 2015.

Sejian, V.; Maurya, V. P.; Kumar, K. Naqvi, S. M. K. 2012. Effect of multiple stresses (Thermal, Nutritional, and Walking stress) on the reproductive performance of Malpura ewes. *Veterinary Medicine International*, 2012.

Sejian, V., Maurya, V. P., & Naqvi, S. M. (2012). Effect of walking stress on growth, physiological adaptability and endocrine responses in Malpura ewes in a semi-arid tropical environment. *International journal of biometeorology*, 56(2), 243-252.

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

Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed 1059 domestic ruminants. *Livestock Production Science*, v.67, n.1, p.1-18, 2000.

Silva, A. E. D. F.; Nunes, J.F. Estacionalidade na atividade sexual e qualidade do sêmen nos ovinos deslançados das raças Santa Inês e Somalis Brasileira. Sobral: EMBRAPA-CNPQ. 1987. 14p. (EMBRAPA-CNPQ. Boletim de Pesquisa, 8).

Silva, A. E. D. F.; Unanian, M.M.; Cordeiro, C.M.T.; Freitas, A.R de. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade de sêmen em touros da raça Nelore, PO. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1157-1165, 2002.

Silva, D. C. Índices de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho produtivo de vacas leiteiras em sala de espera climatizada. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás. Mestrado *Strictu Sensu* em Engenharia Agrícola. 2015. 84p.

Silva, F.M.F. Estudo de materiais de isolamento térmico inovadores. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto. 2013a. 211p.

Silva, G.A. Avaliação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na melhoria do bem-estar de novilhas leiteiras em confinamento. Instituto de Zootecnia. 2013d. Dissertação de mestrado.

Silva, G. A.; Souza, B. B.; Alfaro, C. E. P.; Azevedo, A. S.; Neto, J. A.; Silva, E. M. N.; Silva, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semiárido paraibano. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.1, n.1, p.07-14, 2005.

Silva, J. V. C. da.; Maia, M. da S.; Moura, C. E. B. de.; Medeiros, I. M. de.; Lima, C. A. C. de.; Câmara Filho, V. S. C. Efeito da temperatura retal e temperatura escrotal sobre a qualidade espermática em ovinos. *Anais ... 5º Simpósio internacional de caprinos e ovinos de corte*, 2011.

Silva Junior, J. de A.; Costa, A. C. L da.; Pezzuti, J. C. B.; Costa, R. F. da. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém/PA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, n.4, p.419-428, 2013.

Silva, K. S. P. da. Reaproveitamento de resíduos de embalagem tetrapak em coberturas. Dissertação Universidade Federal de Lavras. 2013b. 71p.

Silva, K. C. P. da.; Campos, A. T.; Yanagi Junior, T.; Cecchin, D.; Lourençoni, D.; Ferreira, J. C. Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak® em coberturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.1, p.58-63, 2015.

Silva, R. T. S. Qualidade seminal de carneiros das raças Santa Inês e Dorper em diferentes condições ambientais. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. 2013c. Dissertação de mestrado.

Silva, T. P. D.; Oliveira, R. G.; Souza Junior, S. C.; Santos, K. R. Efeito da exposição à radiação solar sobre os parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandes X Gir) no Sul do Piauí. *Comunicata Scientiae*, v.3, n.4, p.299-305, 2012.

Singleton, R. Hot weather broiler and breeder management. *Asian Poultry Magazine*, v.26, n.29, p.243-245, 2004.

Souza, B. B. de.; Batista, N. L.; Susin, I.; Silva, I. J. O. da.; Meneghini, R. C. M.; CASTRO, A. C. de.; Silva, M. R. M. Diferenças genéticas nas respostas fisiológicas de ovinos em ambiente tropical. *Journal Animal Behaviour and Biometerology*, v.2, n.1, p.1-5, 2014.

Souza, B. B. de; Silva, I. J. O.; Mellace, E. M.; Santos, R. F. S.; Zotti, C. A.; Garcia, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatórios em novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

Souza, B. B. de; Souza, E. D.; Silva, R. M. N.; Cezar, M. F.; Santos, J. R. S.; Silva, G. A. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.1, p.314-320, 2008.

Souza, E. D. de.; Souza, B. B. de.; Souza, W. H. de.; Cezar, M. F.; Santos, J. R. S. dos.; Tavares, G. de P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. *Ciência Agrotécnica*, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

Souza, J. A. T.; Campelo, J. E. G.; Macedo, N. A. de.; Leal, T. M.; Souza Junior, A. de.; Medeiros, R. M.; Chaves, R. de M. Biometria testicular, características seminais, libido e concentração de testosterona em ovinos da raça Santa Inês, criados a campo, na microrregião de Campo Maior, Piauí. *Ciência Veterinária Tropical*, v.10, n.1, p.21-28, 2007.

Souza Meira Jr, E. B.; Rizzo, H.; Benesi, F. J.; Gregory, L. Influência dos fatores sexuais e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade sérica de aspartato-aminotransferase e gama-glutamyltransferase de ovinos da raça Santa Inês. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.46, n.6, p.448-454, 2009.

Souza, P. T.de.; Salles, M. G. F.; Araujo, A. A. de. Impacto do estresse térmico sob a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. *Ciência Rural - Santa Maria*, v.42, n.10, p.1888-1895, 2012.

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

Queiroz, E. O.; Macedo, F. de A. F. de.; Barbosa, O. R.; Zancanela, V.; Mora, N. H. A. P.; Baliscui, M. A. Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.16, n.1, p.199-209, 2015.

Takahashi, L. S.; Biller, J. D.; Takahashi, K. M. *Bioclimatologia Zootécnica*, Jaboticabal. 2009. 91p.

Takenaka, E. M. M.; Tosello, M. E. C. O reaproveitamento de materiais recicláveis em habitação sustentável associado à diminuição de problemas ambientais. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v.9, n.1, p.60-69, 2013.

Teodoro, S. M.; Pereira, A. M. F.; Gusmão Filho, J. D.; Silva, J. N. da. Influence of availability of shade on testicular characteristics of Santa Inês rams. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.35, n.4, p.441-446, 2013.

Tinoco, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira Ciências Avícolas*, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

Torquato, J. L.; Souza Junior.; J. B. F. de.; Queiroz, J. P. A. F. de.; Costa, L. L. de M. Termografia infravermelha aplicada a emas (*Rhea americana*). *Journal Animal Behaviour and Biometeorology*, v.3, n.2, p.51-56, 2015.

Trindade, T. Q. da.; Martini, D. Embalagens tetrapak alternativa de baixo custo na construção. *Anais ... 2ª Jornada Científica de Unemat*, 2009.

Turco, S. H. N.; Ferreira, A. S.; Baêta, F. da C.; Aguiar, M. A.; Cecon, P. R.; Araújo, G. G. L. Avaliação térmica ambiental de diferentes sistemas de condicionamento em maternidades suínolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.5, p.974-981, 1998.

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

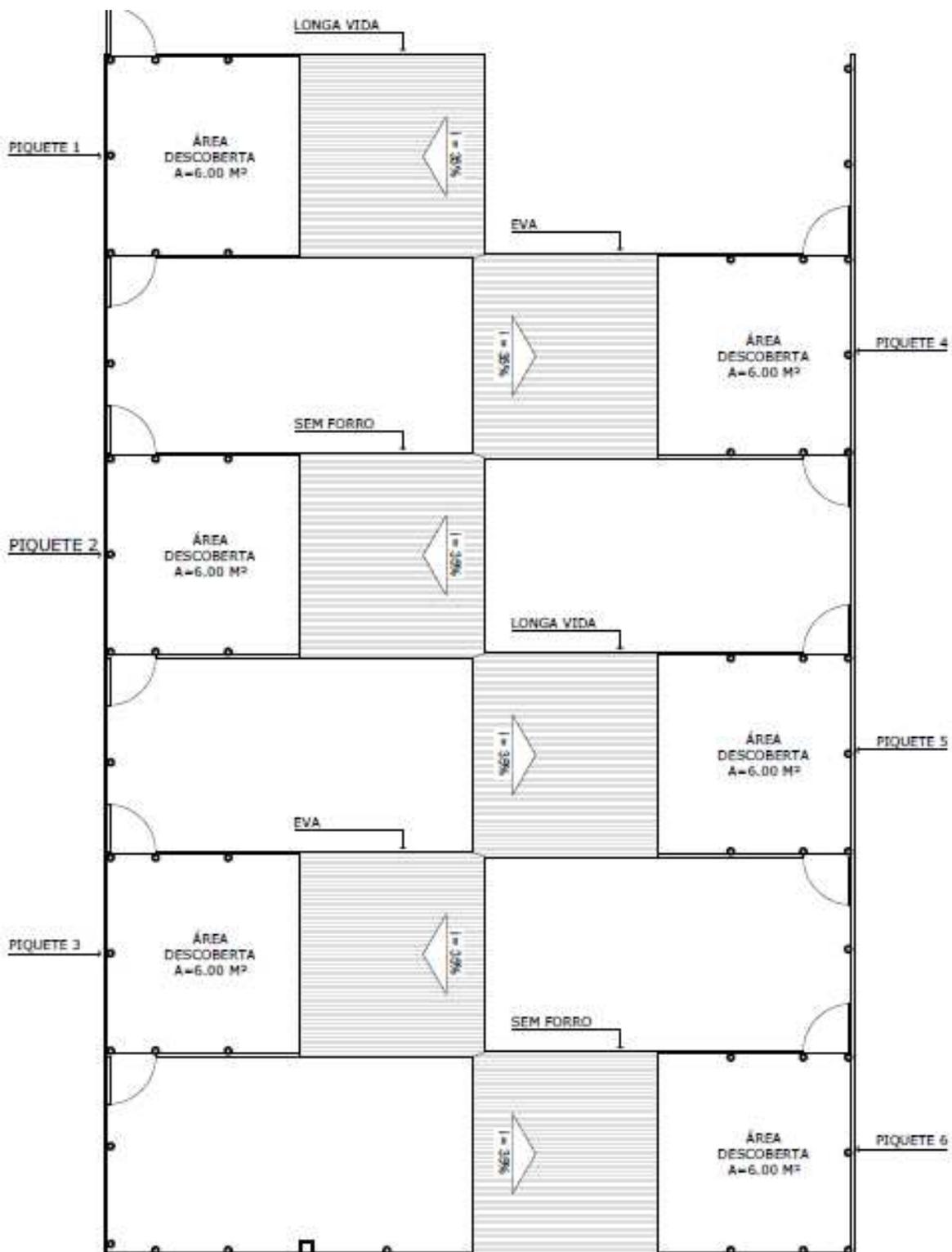
Vogler, C. J.; Saacke, R. G.; Bame, J. H. Dejarnette, J. M.; McGilliard, M. L. Effects of scrotal insulation on viability characteristics of cryopreserved bovine semen. *Journal Dairy Science*, v.74, n.11, p.3827-3835, 1991.

Xie, M.; LI, L.; Qiao, Q. I.; Sun, Q.; Sun, T. A. Comparative study on milk packaging using life cycle assessment: from PA-PE-Al laminate and polyethylene in China. *Journal of Cleaner Production*, v.19, n.17, p.2100-2106, 2011.

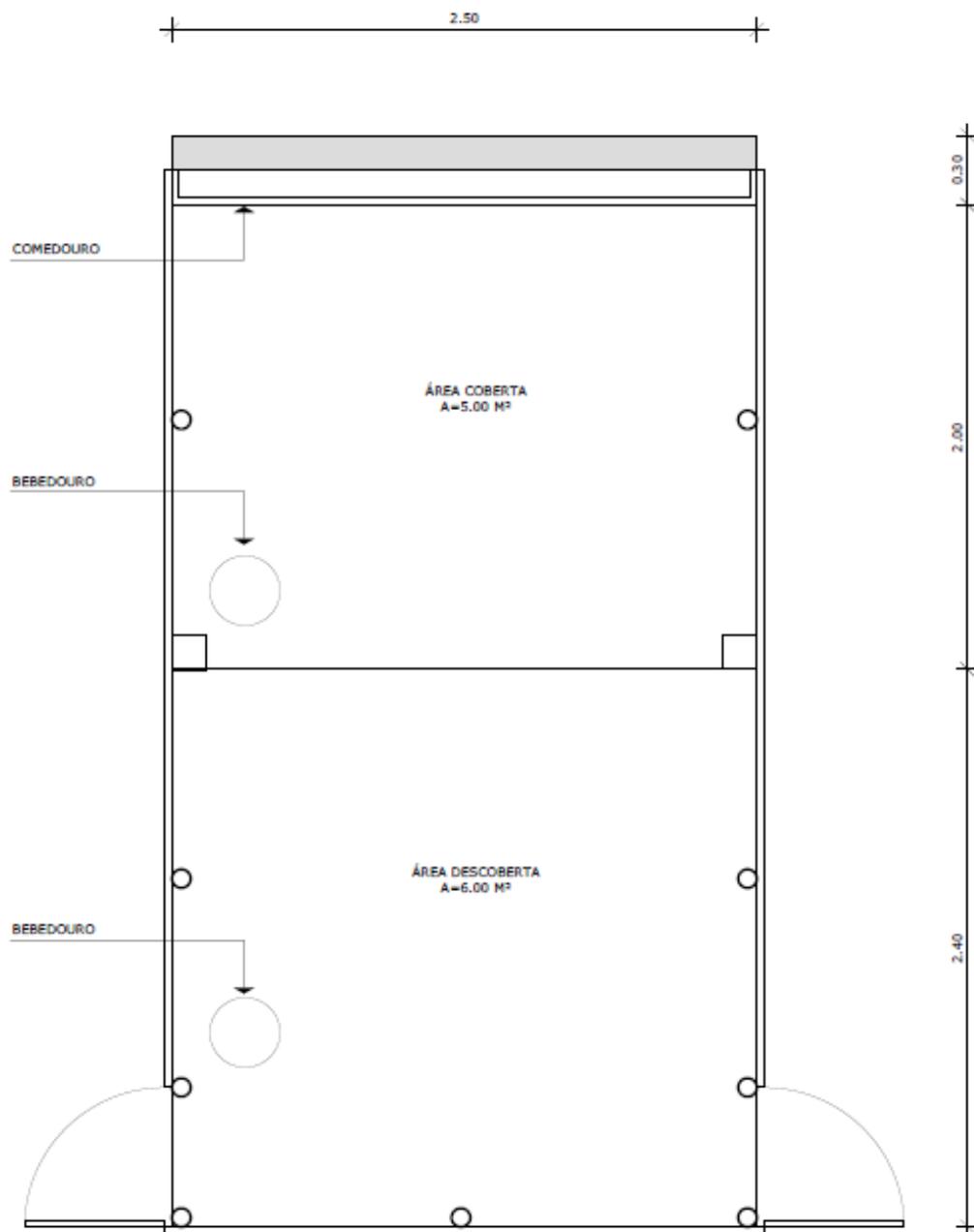
Zanine, A. M.; Andrade, S. I.; Pereira Filho, M. J.; Silva, A. M. A. Comportamento ingestivo de ovinos e caprinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v.7, n.3, p.1-10, 2006.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Planta baixa da instalação após subdivisão dos piquetes experimentais



## APENDICE B – Planta baixa do piquete experimental





APÊNDICE C – Gráfico psicrométrico para aferição da UR a partir dos dados de temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido

TABELA DE CONVERSÃO PSICROMÉTRICA																														
Diferença entre o bulbo seco e o úmido																														
	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
C°																														
30	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	83	82	80	77	75	72	69	67	65	62	60	58	56	54	52	50	48
29	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	84	82	81	80	77	74	72	69	66	64	62	60	57	55	53	51	49	48
28	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	81	80	77	74	71	68	66	63	61	59	57	55	53	51	49	47
27	100	98	97	95	94	93	91	90	88	87	86	84	83	82	81	79	76	73	71	68	65	63	60	58	56	54	52	50	48	46
26	100	98	97	95	94	92	91	90	88	87	85	85	83	81	80	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	49	49	47	45
25	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	84	82	81	80	78	75	72	69	67	64	92	59	57	54	52	50	48	46	44
24	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	81	79	78	75	72	68	66	63	61	58	56	54	51	49	47	43	43
23	100	98	97	95	93	92	90	89	87	86	84	83	82	80	79	78	74	71	66	65	63	30	58	55	53	51	48	46	44	42
22	100	98	97	95	93	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78	77	74	71	66	65	62	59	57	54	52	50	47	45	43	41
21	100	98	97	95	93	92	90	88	87	85	84	82	81	79	78	77	73	70	67	64	61	58	56	53	51	49	46	44	42	40
20	100	98	96	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	79	73	76	73	69	66	63	60	58	55	52	50	48	45	43	41	39
19	100	98	96	95	93	91	89	88	86	85	83	81	80	78	72	76	72	69	66	62	59	57	54	51	49	47	44	42	40	38
18	100	98	96	94	93	91	89	87	86	84	83	81	79	78	71	75	71	68	65	62	59	56	53	50	48	45	43	41	39	37
17	100	98	96	94	92	91	89	87	85	84	82	80	79	77	71	74	71	67	64	61	58	55	52	49	47	44	42	40	38	36
16	100	98	96	94	92	90	89	87	85	83	82	80	78	77	70	74	70	66	63	60	57	54	51	48	45	43	41	38	36	34

APÊNDICE D – Tabela para determinação da temperatura de ponto de orvalho a partir da temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar

TABELA PARA DETERMINAÇÃO DO PONTO DE ORVALHO (°C)													
TEMPERATURA (°C)	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
-5	-19	-17	-16	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-8	-7	-6
0	-14	-12	-11	-10	-8	-7	-6	-5	-5	-4	-3	-2	-1
5	-10	-9	-7	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
10	-7	-5	-3	-2	0	1	2	3	5	6	7	7	8
15	-3	-1	1	3	4	6	7	8	9	10	12	13	13
16	-2	-1	1	4	5	7	8	10	11	11	13	14	14
17	-2	0	2	4	6	8	9	11	12	12	13	15	15
18	-1	1	3	5	7	8	10	12	13	13	15	16	16
19	0	2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	16	17
20	1	3	5	7	9	10	12	13	14	15	17	17	18
21	2	4	6	8	10	11	13	14	15	16	18	18	19
22	2	5	7	9	11	12	13	15	16	17	18	19	20
23	3	5	8	10	12	13	14	16	17	18	19	20	21
24	4	6	9	11	12	14	16	17	18	19	21	21	22
25	5	7	10	12	13	15	16	17	19	20	21	22	23
26	6	8	11	13	14	16	17	18	19	21	22	23	24
27	7	9	12	14	15	17	18	19	21	22	23	24	25
28	8	10	12	14	16	18	19	20	22	23	24	25	26
29	9	11	13	15	17	18	21	21	23	24	26	26	27
30	9	12	14	16	18	19	21	22	22	25	26	27	28
31	10	12	15	17	18	20	22	23	25	26	27	28	29
32	11	13	16	18	19	21	23	24	26	27	28	29	30
33	12	14	16	19	20	22	24	25	27	28	29	30	31
34	13	15	17	20	21	23	26	26	28	29	29	31	32
35	14	16	18	20	22	24	25	27	28	30	31	32	33
36	15	16	19	21	23	25	27	28	30	31	32	33	34
37	16	17	20	22	24	26	28	29	31	32	33	34	35
38	17	18	21	23	25	27	29	30	32	33	34	35	36
39	18	19	22	24	26	28	30	31	33	34	35	36	37
40	18	20	23	25	27	29	31	32	34	35	36	37	38