



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CARACTERÍSTICAS DO PELAME E DA PELE DE  
BORREGOS DESLANADOS TERMINADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA-PECUÁRIA EM REGIÃO SEMIÁRIDA**

**HÉCTOR DANIEL CEDEÑO VERGARA**

**FORTALEZA**

**2019**

HÉCTOR DANIEL CEDEÑO VERGARA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CARACTERÍSTICAS DO PELAME E DA PELE DE  
BORREGOS DESLANADOS TERMINADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA-PECUÁRIA EM REGIÃO SEMIÁRIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patrícia Guimarães Pimentel.

Coorientador: Prof. Dr. João Paulo Arcelino do Rêgo

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C385r Cedeño Vergara, Héctor Daniel.

Respostas fisiológicas e características do pelame e da pele de borregos deslanados terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida / Héctor Daniel Cedeño Vergara. – 2019. 54 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Patrícia Guimarães Pimentel.

Coorientação: Prof. Dr. João Paulo Arcelino do Rêgo.

1. Fisiologia. 2. Histologia. 3. Morfologia. 4. Pequenos ruminantes. I. Título.

CDD 636.08

---

HÉCTOR DANIEL CEDEÑO VERGARA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CARACTERÍSTICAS DO PELAME E DA PELE DE  
BORREGOS DESLANADOS TERMINADOS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA-PECUÁRIA EM REGIÃO SEMIÁRIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em 26 /02 / 2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Guimarães Pimentel (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. João Paulo Arcelino do Rêgo (Coorientador)  
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará (IFCE)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Roberta de Andrade Guimarães (Examinadora)  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Dr. José Antônio Delfino Barbosa Filho (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Examinador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, por ter me ajudado a concluir mais uma etapa da minha vida.

A minha mãe Maria Agustina Vergara Martinez e meu pai Héctor Rodrigo Cedeño Martinez pelo apoio incondicional, possibilitando terminar mais uma etapa acadêmica.

Aos meus irmãos, Héctor Emanuel, Héctor Rodrigo, José Dimas, Cristian Jesús e minha irmã Itzel Idelka, pelo apoio e motivação.

A minha namorada Tamara Anyibel Pimentel, pela motivação, por acreditar em mim, pela paciência e amor durante meus estudos de Mestrado.

## AGRADECIMENTO

A Deus, pela capacitação para conclusão da dissertação, bem como pela sua presença ao meu lado durante minha vida.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pelos recursos a mim concedidos para realização deste trabalho.

À Secretaria Nacional de Ciências, Tecnologia e Inovação do Panamá (SENACYT) e ao Instituto para a Formação e Aproveitamento dos Recursos Humanos do Panamá (IFARHU), pelo apoio financeiro por meio da bolsa de auxílio pós-graduação.

À Universidade do Panamá e a Faculdade de Ciências Agropecuárias por conceder a licença por estudo para realizar o Mestrado em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro à pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) da UFC, pelo acolhimento e auxílio durante todo o curso de mestrado, em especial ao coordenador Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas e a secretária Francisca Beserra, pelo atendimento a todas solicitações.

Aos professores do PPGZ em Zootecnia, pelos conhecimentos fornecidos.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel, pela paciência, dedicação, ensinamentos e pelas valiosas colaborações e sugestões para realização desse trabalho.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. João Paulo Arcelino do Rêgo, por sua ajuda para conduzir esse experimento e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Prof. Dr. José Antônio Delfino Barbosa Filho, pelo esclarecimento das dúvidas ao longo desta jornada e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Prof<sup>a</sup> Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha, pelos ensinamentos e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Claudia Roberta de Andrade Guimarães, por abrir as portas do Laboratório de Histologia MEC (Morfologia Experimental e Comparada), do Centro Universitário Christus, (UNICHRISTUS), para realização das análises histológicas.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido, pela colaboração e experiências compartilhadas.

Ao Prof. Dr. Guilherme Rocha Moreira pela colaboração na realização das análises estatísticas da pesquisa.

À minha mãe Maria Agustina Vergara Martinez e meu pai Héctor Rodrigo Cedeño Martinez, pelo apoio constante, carinho e atenção durante mais essa etapa de estudos.

A meu primo Pablo Enrique Batista Cedeño e meus tios Dimas David Cedeño Martinez e Pablo Moises Cedeño Martinez, que me ajudaram como fiadores da bolsa, pela confiança em minha capacidade e responsabilidade como estudante.

À Escola Agrícola Cenecista Francisca Cavalcante Fialho, onde o projeto foi implantado e desenvolvido, e à toda equipe de execução do projeto, em especial ao Sr. Vicente Fialho e ao Prof. Nielyson Junio Marcos Batista.

Aos colegas da turma de mestrado, Mara Feitosa, Bruna Dantas, Ingrid Barbosa, Érica Pinto, Felipe Sousa, Andreza Andrade e Otoniel Sousa pelas críticas e sugestões, e em especial, a Sérgio Soares e Brito Neto, que estiveram sempre disponível para me ajudar.

***Muito agradecido!***

“A redução do estresse durante o manejo melhora a produtividade e evita alterações fisiológicas e bioquímicas que poderiam diminuir o desempenho produtivo dos animais” (Grandin, 2014).



## RESUMO

O desempenho produtivo dos borregos, remete diretamente ao sistema de terminação e de nutrição, bem como às raças selecionadas e fatores climáticos, como altas temperaturas e umidade relativa do ar, que impõem pressão aos animais, resultando em situação de estresse térmico por calor. Assim, objetivou-se avaliar as respostas termorreguladoras de cordeiros Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária por meio de monitoramento dos indicadores fisiológicos, hormonais e bioquímicos e, ainda, características do pelame e da pele. O experimento foi conduzido em uma região semiárida, durante o período de terminação por 53 dias. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo, sendo duas raças e três horários de coleta (06:00; 14:00 e 18:00 h). As variáveis fisiológicas estudadas foram frequência respiratória e cardíaca, temperatura retal e superficial, os hormônios triiodotironina (T3), tiroxina (T4), cortisol e indicadores bioquímicos do soro (sódio, potássio, glicose, colesterol, ureia, proteínas totais, albumina, globulina). As variáveis do pelame foram a densidade numérica por cm<sup>2</sup>, espessura do pelame e comprimento dos pelos. Variáveis da pele foram espessura da epiderme e do colágeno, e variáveis em relação ao desempenho produtivo foi o peso corporal. As variáveis climáticas foram monitoradas e os índices de conforto térmico ITU foram calculados. A frequência respiratória e cardíaca dos borregos Somalis Brasileira e Santa Inês foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) a tarde quando comparada com a manhã e noite. Verificou-se que o ITU influenciou ( $P < 0,05$ ) a temperatura retal e superficial em ambas raças, de modo que às 14:00 h, os valores aumentaram significativamente. As respostas dos hormônios T3 e T4 foram significativamente ( $P < 0,05$ ) maiores à noite e menor a manhã e tarde. Mas as concentrações do cortisol em ambas raças foi significativamente ( $P < 0,05$ ) maior na tarde. As características do pelame, pele e peso corporal final foram semelhantes entre as raças ( $P > 0,05$ ). As condições climáticas da tarde, possivelmente, dificultaram que as duas raças dissipassem o calor necessário para manter a temperatura corporal em situação de conforto térmico, indicando condição de estresse por calor. Mas, a noite diminuíram as respostas termorreguladoras, superando o estresse por calor. Os borregos Somalis Brasileira e Santa Inês apresentam mecanismos fisiológicos para adaptação e características morfológicas do pelame e da pele que possibilitam a manutenção da homeotermia, mostrando adaptabilidade às condições tropicais. Por conseguinte, os resultados sugerem que ambas raças podem ser terminadas em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária com possibilidade de expressar adequado desempenho produtivo.

**Palavras-chave:** Fisiologia. Histologia. Morfologia. Pequenos ruminantes.

## ABSTRACT

The productive performance of the lambs refers directly to the finished system, nutrition, as well as to the selected breeds and climatic factors, such as high temperatures and relative humidity, which impose pressure on the animals, resulting in a situation of heat stress. The aim of this study was to evaluate the thermoregulatory responses of Brazilian Somali and Santa Ines hair lambs finished in an crop-livestock system by monitoring the physiological, hormone and biochemical indicators, as well as the characteristics of the pelage and skin. The experiment was conducted in a semiarid region, during the finished period for 53 days. The experimental design was completely randomised with a split-plot, in-time design, including two breeds and three collection times (06:00, 14:00 and 18:00 h). The physiological variables studied were respiratory and cardiac frequency, rectal and superficial temperature, hormones triiodothyronine (T3), thyroxine (T4), cortisol and serum biochemical indicators (sodium, potassium, glucose, cholesterol, urea, total protein, albumin, globulin, albumin/globulin ratio). The variables of the pelage were the numerical density per cm<sup>2</sup>, thickness of the pelage and length of the hairs. Skin variables were thickness of the epidermis and collagen, and variables in relation to the productive performance were body weight. The microclimatic variables were monitored and the THI thermal comfort indexes were calculated. The respiratory and cardiac frequency of lambs Somalis Brasileira and Santa Inês were significantly higher ( $P < 0.05$ ) in the afternoon compared to morning and night. It was found that the THI influenced ( $P < 0.05$ ) the rectal and superficial temperature in both races, so that at 14:00 h, the values increased significantly. The responses of T3 and T4 hormones were significantly ( $P < 0.05$ ) higher at night and lower in the morning and afternoon. But cortisol concentrations in both races were significantly ( $P < 0.05$ ) higher in the afternoon. The characteristics of the pelt, skin and final body weight were similar between breeds ( $P > 0.05$ ). Late afternoon weather conditions made it difficult for the two races to dissipate the heat needed to maintain body temperature in a situation of thermal comfort, indicating a heat stress condition. But at night, thermoregulatory responses diminished, overcoming heat stress. The Brazilian Somali and Santa Ines hair lambs present physiological mechanisms for adaptation and morphological characteristics of the pelage and skin that allow the maintenance of homeothermia, showing adaptability to tropical conditions. Therefore, the results suggest that both breeds can be finished in an crop-livestock system with the possibility of expressing adequate productive performance.

**Keywords:** Histology. Morphology. Physiology. Small Ruminants.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Esquema de plantio do sistema de integração lavoura-pecuária ..... 26
- Figura 2 – Corte histológico da pele dos borregos Somalis Brasileira de 173 dias de idade em corte perpendicular à superfície, evidenciando a epiderme (1), no interior os folículos pilosos (2), a porção secretora das glândulas sudoríparas (3), e os feixes de fibras de colágenos (4)..... 47
- Figura 3 – Corte histológico da pele dos borregos Santa Inês de 173 dias de idade em corte perpendicular à superfície, evidenciando a epiderme (1), no interior os folículos pilosos (2), a porção secretora das glândulas sudoríparas (3), e os feixes de fibras de colágenos (4)..... 48

## LISTA DE TABELAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | – Composição botânica e químico-bromatológica do pasto utilizado dieta dos borregos.....   | 27 |
| Tabela 2 | – Composição percentual e químico-bromatológica do concentrado utilizado na dieta dos borregos.....  | 28 |
| Tabela 3 | – Valores médios, mínimos e máximos da temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) de sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida.....   | 34 |
| Tabela 4 | – Efeito de diferentes horários do dia (horas) sobre os parâmetros fisiológicos de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida.....                              | 37 |
| Tabela 5 | – Efeito de diferentes horários do dia (horas) sobre os hormônios triiodotironina T3, tiroxina T4 e cortisol de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida..... | 40 |
| Tabela 6 | – Efeito de diferentes horários do dia (horas) sobre os indicadores bioquímicos de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em Sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida.....                              | 43 |
| Tabela 7 | – Peso corporal e características do pelame e da pele de borregos Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida.....  | 45 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |   |
|--------|---|
| UFC    | Universidade Federal do Ceará   |
| CNPq   | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico                             |
| CONCEA | Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal                                    |
| COBEA  | Colégio Brasileiro de Experimentação Animal   |
| CEUA   | Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte |
| CE     | Ceará   |
| ILP    | Integração lavoura-pecuária   |
| ITU    | Índice de temperatura e umidade   |
| TA     | Temperatura do ar   |
| UR     | Umidade relativa  |
| TS     | Temperatura superficial   |
| TR     | Temperatura retal   |
| FR     | Frequência respiratória   |
| FC     | Frequência cardíaca   |
| Na     | Sódio   |
| K      | Potássio  |
| Gli    | Glicose   |
| Col    | Colesterol  |
| Ure    | Ureia   |
| Pt     | Protina total   |
| Alb    | Albumina  |
| Glob   | Globulina   |
| A:G    | Relação albumina:globulina  |
| ANOVA  | Análise de variância  |
| DP     | Desvio padrão   |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| °C                    | Grau celsius                          |
| %                     | Porcentagem                           |
| h                     | Hora                                  |
| kg                    | Quilograma                            |
| ©                     | Copyright                             |
| ®                     | Marca registrada                      |
| µg/dL                 | Micrograma por decilitro              |
| g/dL                  | Gramas por decilitro                  |
| T <sub>3</sub>        | Triiodotironina                       |
| T <sub>4</sub>        | Tiroxina                              |
| mov.min <sup>-1</sup> | Movimentos por minuto                 |
| bat.min <sup>-1</sup> | Batimentos por minuto                 |
| g.kgMS <sup>-1</sup>  | Gramos por quilograma de materia seca |
| cm <sup>2</sup>       | Centimetro quadrado                   |
| m                     | Metro                                 |
| mm                    | Milimetro                             |
| µm                    | Micrometro                            |
| ±                     | Mais ou menos                         |

## SUMÁRIO

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 16 |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | 18 |
| <b>2.1</b>   | <b>Sistema de integração lavoura-pecuária</b> .....   | 18 |
| <b>2.2</b>   | <b>Ambiente tropical versus produção animal</b> .....   | 19 |
| <b>2.3</b>   | <b>Conforto e estresse térmico</b> .....  | 20 |
| <b>2.4</b>   | <b>Parâmetros fisiológicos associados ao estresse térmico</b> .....                               | 22 |
| <b>2.5</b>   | <b>Características do pelame e da pele de ovinos</b> .....  | 23 |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 25 |
| <b>3.1</b>   | <b>Local e período experimental</b> .....   | 25 |
| <b>3.2</b>   | <b>Implantação do sistema de integração lavoura-pecuária</b> .....                                | 25 |
| <b>3.3</b>   | <b>Delineamento experimental e manejo dos animais</b> .....                                       | 27 |
| <b>3.4</b>   | <b>Avaliação do ambiente térmico</b> .....  | 29 |
| <b>3.5</b>   | <b>Avaliação dos parâmetros fisiológicos</b> .....  | 29 |
| <b>3.6</b>   | <b>Coleta de sangue para análise hormonais e bioquímicas</b> .....                                | 30 |
| <b>3.7</b>   | <b>Peso corporal e avaliação das características do pelame e da pele</b> .....                    | 31 |
| <i>3.7.1</i> | <i>Coleta da pele</i> .....   | 31 |
| <i>3.7.2</i> | <i>Análises Histológicas</i> .....  | 32 |
| <b>3.8</b>   | <i>Análises estatística</i> .....   | 33 |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 34 |
| <b>4.1</b>   | <b>Variáveis climáticas</b> .....   | 34 |
| <b>4.2</b>   | <b>Parâmetros fisiológicos</b> .....  | 35 |
| <i>4.2.3</i> | <i>Hormônios triiodotironina (<math>T_3</math>), tiroxina (<math>T_4</math>) e Cortisol</i> ..... | 39 |
| <i>4.2.4</i> | <i>Parâmetros bioquímicos dos soros</i> .....   | 41 |
| <b>4.3</b>   | <b>Peso corporal e características morfológicas do pelame e da pele</b> .....                     | 45 |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | 49 |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 50 |

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de pequenos ruminantes em regiões tropicais é desenvolvida com baixo uso de tecnologia e condução deficiente dos fatores de produção. Acrescenta-se ainda, a dependência da vegetação nativa como principal fonte de volumoso na dieta desses animais, sendo a disponibilidade desta limitada e inconstante ao longo do ano. Todos estes aspectos convergem em um sistema de baixa produtividade e instável na oferta de produtos para o mercado.

Nesse cenário, a utilização de sistemas integrados que incorporem as atividades pecuárias e agrícolas buscando um efeito mútuo, configura-se como uma alternativa frente aos obstáculos da exploração animal em regiões de clima adverso. O sistema de integração lavoura pecuária (ILP) tem sido explorado com sucesso em muitos países. Dentre suas vantagens estão a manutenção da fertilidade do solo, melhoria na estabilidade das culturas utilizadas, aumento da capacidade de suporte das áreas e incremento na qualidade da forragem ofertada aos animais. Contudo, o sucesso dos sistemas integrados de produção depende do adequado equilíbrio dos fatores produtivos, passíveis de provocarem respostas fisiológicas nos animais, que possam prejudicar seu desempenho. Quanto aos fatores climáticos, as faixas semiáridas penalizam consideravelmente a produção agropecuária, realidade presente na maior parte do Nordeste brasileiro. Esta região, por sua vez, está localizada próxima à linha do equador, onde a latitude é menor e os raios solares incidem perpendicularmente a superfície da terra.

Dessa forma, eventos de seca são frequentes no semiárido brasileiro, marcados principalmente pela baixa pluviosidade e elevadas temperaturas. A combinação destes e outros fatores ambientais tem efeito direto sobre a sanidade, reprodução e produção animal, podendo representar um fator limitante. Os ruminantes são animais homeotérmicos, ou seja, são animais que buscam manter a sua temperatura interna constante. Portanto, o planejamento dos sistemas agropecuários deve considerar as características do ambiente e dos animais para máxima eficiência.

Assim sendo, a produção de ruminantes em sistema de pastejo no semiárido configura-se como um desafio, frente a constante exposição às condições ambientais. Dependendo do sistema, os animais podem apresentar estresse térmico por calor nos momentos mais quentes do dia, logo, necessitarão lançar mão de mecanismos termorregulatórios que propiciem a termólise. Deste modo, os animais produzidos em sistemas integrados de produção agropecuária no semiárido devem ser rústicos e apresentar boa adaptação.



Evidencia-se assim, que o tipo de animal adotado por um sistema ILP é imprescindível para o sucesso da produção. Torna-se necessário a identificação de genótipos que respondam melhor ao ambiente criatório, levando em conta o grande impacto deste fator sobre a rentabilidade do sistema. Estas respostas envolvem mecanismos comportamentais e fisiológicos, além da influência das características da pele e do pelame dos animais.

Assim, considerando a possibilidade de diferentes raças apresentarem capacidades termorreguladoras distintas, objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas de borregos deslanados Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em região semiárida, por meio de monitoramento dos indicadores fisiológicos, hormonais e bioquímicos e, ainda, características do pelame e da pele.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistema de integração lavoura-pecuária

Um dos grandes debates atuais é a necessidade de explorar os recursos naturais e produzir de maneira sustentável. Associa-se a isto o fato de cada vez mais a humanidade encontrar desafios para produzir alimentos, fibras, energia e produtos derivados da madeira de forma a minimizar os impactos na disponibilidade dos recursos no ambiente (CORDEIRO *et al.*, 2015). A produção de alimentos destaca-se como uma das principais preocupações, tendo em vista a sólida base que representa para sobrevivência humana. Isto posto, é necessário ressaltar o declínio dos solos agricultáveis, as modificações climáticas e o aumento da população mundial, fatores que tem exigido mais eficiência dos sistemas de produção.

Em face desta realidade, Vilela *et al.* (2011) explicam que a intensificação no uso das terras agrícolas e o aumento da produtividade dos sistemas podem contribuir para harmonizar a relação entre produção e impactos ambiental. Neste aspecto, os sistemas agropecuários que integrem a produção vegetal e animal em uma mesma área destacam-se como alternativa, pois tendem a ser mais sustentáveis que os sistemas especializados no cultivo ou na pecuária (CARVALHO *et al.*, 2014).

O sistema de integração lavoura pecuária (ILP), pode ser definido como a interação de diferentes sistemas de produção, grãos, fibra, carne, leite, entre outros, que se complementam em diversos aspectos e atuam sinergicamente aumentando a renda dos produtores e trazendo progresso social ao campo (MACEDO, 2009). Complementando esta definição, de acordo com Balbino Junior *et al.* (2009), este sistema alterna em uma mesma área o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à produção animal, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos.

No Brasil, este sistema tem sido utilizado com sucesso, variando o manejo e as espécies utilizadas conforme as características estruturais, econômicas e climáticas de cada região em que é desenvolvido (SALTON *et al.*, 2014). A notoriedade deste sistema no Brasil também se deve ao fato de ter sido reconhecido como promovedor de sequestro de carbono, sendo incluído na agenda da produção agrícola mitigadora dos gases de efeito estufa (CARVALHO *et al.*, 2010).

O sistema ILP reúne vantagens biológicas, como elevada velocidade de ciclagem de nutrientes e melhoria na qualidade do solo (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009), e econômicas, como a possibilidade de renda advinda tanto da produção vegetal como da

produção animal, aumento da renda por área (FONTANELI *et al.*, 2000) e menor risco de insucesso da atividade (AMBROSI *et al.*, 2001). Entretanto, conforme esclarecido por Soares *et al.* (2018), o sucesso do sistema ILP está atrelado a um profundo conhecimento do sistema como um todo, dada sua complexidade, e que todo o manejo deve ser realizado com o objetivo de obter bons resultado tanto no componente animal, como também vegetal.

## **2.2 Ambiente tropical *versus* produção animal**

O ambiente em que os animais vivem é constituído de fatores físicos, químicos e biológicos. As variações destes fatores podem originar alterações comportamentais e fisiológicas nos animais domésticos, minimizando ou maximizando seu desempenho. Logo, a interação animal x ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades ambientais de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva (NEIVA *et al.*, 2004).

De acordo com Ricci, Orsi e Domingues (2013), o principal fator físico a ser considerado é o ambiente térmico, sendo ele determinado pelo clima de uma região. O clima é um dos componentes ambientais que exerce efeito mais acentuado sobre o bem-estar animal e, por consequência, sobre a produtividade (SOUZA; SALLES; ARAÚJO, 2012). Eustáquio Filho *et al.* (2011) explicam que em comparação às regiões de clima temperado, as regiões tropicais apresentam baixa produtividade animal, resultado de vários efeitos do ambiente.

O Brasil é um país predominantemente de clima tropical, onde maior parte do seu território está inserido entre os trópicos, estando as regiões norte e nordeste adjacentes a linha do equador. Costa Júnior, Corrêa e Pacheco (1987), consideram que nas regiões tropicais os raios solares atingem a terra de forma quase vertical, ocasionando pequena variação na extensão do dia, temperaturas médias relativamente altas e pouca variação sazonal. As variações ambientais nos trópicos podem ocorrer em função da latitude, altitude, distribuição de terra e água (SANTANA; CAVALI; MODESTO, 2014).

No nordeste brasileiro, região de menor latitude e onde predomina o clima semiárido, a pecuária é amplamente afetada por fatores climáticos, dentre os quais se destacam a irregular precipitação e a alta insolação. Essas condições adversas provocam desconforto e uma intensa perda de líquidos nos animais, que pode levar a graves desidratações, patologias ruminais, intestinais, entre outras, além disso, o desconforto térmico pode acarretar estresse, e esse estresse gera grandes perdas (VIANA; MEDEIROS; SOUZA, 2013). Os animais em condição de estresse pelo reduzem a ingestão de nutrientes, o que prejudica diretamente o seu

desempenho produtivo (ASMARE *et al.*, 2012). Segundo Leitão *et al.* (2013), o baixo desempenho produtivo da maior parte dos rebanhos de ovinos da Região Nordeste está relacionado, muitas vezes, às condições climáticas às quais os animais são submetidos.

### **2.3 Conforto e estresse térmico**

Os ruminantes são animais classificados como homeotermos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante (MARTELO *et al.*, 2004). Amadeu (2012) afirma que a temperatura corporal desses animais é determinada pela energia térmica estocada por unidade de massa corporal. A faixa de temperatura onde mantêm-se constante a temperatura corporal, com mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios, é definida como zona de conforto térmico ou de termoneutralidade (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Outra definição para zona de termoneutralidade, aplicada a animais de produção, seria a faixa de temperatura em que a produção é ótima (YOUSEF, 1985). De acordo com Sampaio *et al.* (2004), a zona de termoneutralidade é limitada pela temperatura crítica inferior, ou seja, pela temperatura ambiental abaixo da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios no sentido de produzir calor, e pela temperatura crítica superior, que é a temperatura ambiental acima da qual ocorre a termorregulação no sentido de auxiliar o animal na dissipação de calor corporal para o ambiente.

Entre as principais funções destinadas ao controle térmico dos animais estão as de ganho (conservação e produção) e perda de energia na forma de calor; tais mecanismos são controlados pelo sistema nervoso central, em especial por uma região que se situa na transição entre o diencéfalo e o telencéfalo, denominada área pré-óptica do hipotálamo anterior, que contém neurônios altamente especializados e com extrema sensibilidade as variações ambientais, que aumentam suas atividades de acordo as alterações da temperatura ambiente (LUCENA *et al.*, 2013).

Conforme esclarecido por Barbosa *et al.* (2004), deve haver um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor), logo, um ambiente será considerado confortável quando o animal estiver em equilíbrio térmico com ele (LUZ *et al.*, 2014), ou seja, se o calor produzido pelo metabolismo animal for perdido para o meio ambiente sem prejuízo considerável ao desempenho (SOUZA; SALLES; ARAÚJO, 2012).

Em uma situação de desequilíbrio, seja pela dissipação insuficiente da energia térmica corporal ou pela produção insuficiente desta para regulação da temperatura, estabelece-se o estresse térmico. O estresse pode provocar alterações fisiológicas nos animais, devido ao esforço realizado pelo mesmo com a finalidade de manter sua temperatura corporal constante, e estas alterações vão desde a mudança comportamental à queda da imunidade e da produtividade (VIANA; MEDEIROS; SOUZA, 2013). As principais variáveis climáticas associadas ao desconforto térmico e fisiológico nos animais homeotérmicos são a elevada temperatura ambiental, a umidade do ar e a radiação solar direta (BORGES; SILVA, CARVALHO, 2018; SILANIKOVE, 2000).

O esforço demandado em uma situação de estresse térmico para preservar a temperatura constante, em um sistema físico qualquer, a exemplo do animal e ambiente, onde existe uma constante troca de calor, através dos meios não evaporativos (radiação, condução e convecção) e evaporativos (suor e ofego) é denominado termorregulação (SHEARER e BEEDE, 1990). Souza e Batista (2012) ressaltam que este processo é regulado por dois sistemas, o sistema endócrino e o nervoso. Explicam ainda que ambos os sistemas enviam mensagens por meio de fibras sensitivas ao hipotálamo, que processa as informações e envia respostas através de fibras eferentes e neurônios de associação até os órgãos efetores, que produzem os efeitos necessários à regulação da homeostase.

Para os ruminantes criados em regiões tropicais, Segundo Sousa Júnior *et al.* (2008), o mecanismo de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, uma vez que nesses ambientes a temperatura do ar tende a ser próxima à da superfície cutânea, neutralizando as trocas térmicas por condução e convecção. Entretanto, alguns mecanismos fisiológicos podem auxiliar a atividade dos meios não evaporativos, como às respostas vasomotoras que alteram a taxa do fluxo sanguíneo para a superfície da pele e outras partes superficiais do corpo, facilitando assim a dissipação de calor (CATALANO, 2014).

Os meios evaporativos de perda de calor, como a sudorese e o ofego (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012), são utilizados quando todos os outros mecanismos de termólise foram ineficientes. A evaporação da água na superfície da pele depende da velocidade do vento, da temperatura ambiente, da umidade do ar, da taxa de transferência de água para a superfície cutânea, das características da pele e pelame, e da temperatura superficial, ao passo que para a evaporação pelo aparelho respiratório, são determinantes o volume de ar respirado, a temperatura corporal e a umidade do ar inspirado (AMADEU, 2012).

Segundo Starling *et al.* (2002), em temperaturas muito elevadas, tanto o excesso como a carência de umidade serão prejudiciais, pois em um ambiente quente e seco, a

evaporação rápida poderá causar irritações cutâneas e desidratação, enquanto que em um ambiente quente e úmido, a evaporação torna-se lenta ou nula, o que reduz a termólise e aumenta a carga de calor no animal. Nessas condições, haverá significativa perda de peso nos animais, o que prejudicará o seu crescimento (BOHMANOVA *et al.*, 2007).

Convém ressaltar, que a intensidade dos efeitos do estresse térmico nos animais varia de acordo com a capacidade dos mesmos de adaptar-se (BORGES; SILVA, CARVALHO, 2018). Dessa forma, Quesada, McManus e Couto (2001), destacam a necessidade do conhecimento da tolerância ao calor e da capacidade de adaptação das raças, como forma de embasamento técnico para a exploração ovina, para propostas de raças em uma nova região ou mesmo para nortear um programa de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

#### **2.4 Parâmetros fisiológicos associados ao estresse térmico**

A adaptação dos animais ao ambiente de criação é essencial para o êxito de qualquer empreendimento pecuário, o que torna importante a realização de criteriosos estudos sobre as respostas fisiológicas de ruminantes durante o estresse e os seus efeitos sobre a homeostase (FAÇANHA *et al.*, 2013). Algumas variáveis que permitem quantificar a severidade do estresse nos animais são a frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal e temperatura superficial (BIANCA; KUNZ, 1978; SILANIKOVE, 2000).

A frequência cardíaca pode aumentar ou reduzir em situações de estresse térmico, a depender de outros mecanismos fisiológicos envolvidos na resposta ao estresse, como a diluição ou concentração do plasma sanguíneo. (ELVINGER *et al.*, 1992). Contudo, a frequência cardíaca reduzida é comum em animais sob estresse térmico e está associada à taxa reduzida de produção de calor em resposta a temperaturas ambientais elevadas (KADZERE *et al.*, 2002). Já a frequência respiratória alta é uma forma eficiente de perda de calor por evaporação por períodos curtos, pois quando mantida por várias horas, pode resultar em sérios problemas para os animais (LIMA *et al.*, 2017). Starling *et al.* (2005) observou aumento da frequência respiratória em ovinos submetidos a elevação da temperatura e umidade do ar, favorecendo a manutenção da homeotermia. Entretanto, altas frequências respiratórias não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, ou seja, se a frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi eficiente em eliminar calor, pode não ocorrer estresse calórico (EUSTÁQUIO FILHO *et al.*, 2011).

Conforme Uribe-Velásquez *et al.* (1998), a manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor, sendo a temperatura retal a variável fisiológica utilizada como referência para observação deste fenômeno. Logo, o aumento na temperatura retal significa que o animal está estocando calor, e não havendo dissipação, ocorrerá o estresse calórico (QUEIROZ *et al.*, 2015). Quanto a temperatura superficial, o seu aumento durante o estresse térmico ocorre devido a migração do fluxo sanguíneo do núcleo central para a superfície do animal e, conseqüentemente, elevação da taxa de fluxo de calor (EUSTÁQUIO FILHO *et al.*, 2011).

Além dessas variáveis mencionadas, a avaliação do perfil bioquímico do sangue e das variações na concentração dos hormônios da tireoide e das adrenais é de extrema importância quando se relaciona estresse térmico e metabolismo (DICKSON, 1996; SEJIAN *et al.*, 2008). Várias pesquisas indicam que a glândula tireóide é sensível ao estresse térmico, pelo fato de seus hormônios estarem ligados à termogênese, uma vez que aumentam a taxa metabólica (MORAIS *et al.*, 2008). A resposta da adrenal ao estresse agudo ocorre com o aumento da secreção dos glicocorticoides, sobretudo o cortisol, usado como indicador de estresse, cujo efeito catabólico resulta em degradação dos tecidos e disponibilização de glicose aos tecidos nobres (FACANHA *et al.*, 2013).

## **2.5 Características do pelame e da pele de ovinos**

A pele, ou tegumento, que recobre toda a superfície do corpo, constitui um dos maiores órgãos, funcionando como uma barreira de proteção natural ao meio externo do animal, além de possuir várias outras ações funcionais e ser coberta geralmente por pelos ou lã (JACINTO *et al.*, 2004). A pele, do ponto de vista estrutural, é definida como um órgão constituído por duas camadas: uma mais superficial, de revestimento pavimentoso, estratificado e queratinizado, de origem ectodérmica denominada epiderme, seguida pela derme, formada por um tecido conjuntivo de origem mesodérmica (MÉNDEZ *et al.*, 2004).

A pele dos animais apresenta glândulas sudoríparas que estão relacionadas com a transpiração, e as mesmas se encontram associadas com as terminações nervosas e folículos capilares. Nos animais que vivem em ambiente temperado, o tamanho das glândulas sudoríparas é menor quando comparado aos animais criados em ambiente tropical, sendo que sua forma se assemelha a um novelo (adenômero). Um tubo secretor liga o adenômero à superfície da pele, onde o tubo termina em um poro. Estas glândulas excretam água, ureia e sais, juntamente com outros produtos, funcionando como órgão de excreção, mas o seu trabalho principal é levar

água a superfície da pele (HOINACK, 1989). É importante também destacar que o sangue circulante na pele é um veículo de distribuição do calor corporal, o animal pode diminuir o calor pelo sangue quando este é levado à superfície da pele e exposto a um ambiente quente, resultando na troca de calor para o ambiente (REECE, 2017).

As características morfológicas do pelame, como densidade numérica, comprimento dos pelos e espessura da capa do pelame nos animais, influenciam diretamente o isolamento térmico de calor (FAÇANHA *et al.*, 2010). Portanto, a avaliação do pelame é indispensável no processo de seleção dos animais que serão utilizados em clima tropical (VERÍSSIMO *et al.*, 2009).

Em estudo realizado por Batista *et al.* (2014), demonstrou-se que a cor do pelame influencia a tolerância ao calor de ovinos mestiços  $\frac{1}{2}$  Santa Inês +  $\frac{1}{2}$  Dorper. Os ovinos  $\frac{1}{2}$  Santa Inês +  $\frac{1}{2}$  Dorper de pelame branco são mais tolerantes ao calor que os de pelame escuro. Outro estudo avaliando ovinos da raça Santa Inês de diferentes pelagens em pastejo, demonstrou que a cor do pelame influenciou a atividade de ruminação em pé ao sol (SANTOS *et al.*, 2011). Logo, animais com pelame escuro geralmente são animais mais sensíveis ao estresse por calor quando comparado aos de pelame branco (FAÇANHA *et al.*, 2010).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob o Protocolo n° 2017.01-014, de acordo com a Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, do Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), adotados pelo Colégio Brasileira de Experimentação Animal (COBEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte – CE.

#### 3.1 Local e período experimental

O estudo teve duração de 68 dias, estendendo-se de julho a setembro de 2015. Este período compreende desde a entrada dos animais no sistema até o abate, dos quais os primeiros 15 dias foram de adaptação. O experimento foi conduzido na Escola Francisca Cavalcante Fialho, na localidade de Cachoeirinha do Pai Senhor no município de Tauá, estado do Ceará, Brasil. O município de Tauá situa-se na latitude de 06° 00' 10" Sul, longitude 40° 17' 34" Oeste, com altitude de 402 metros.

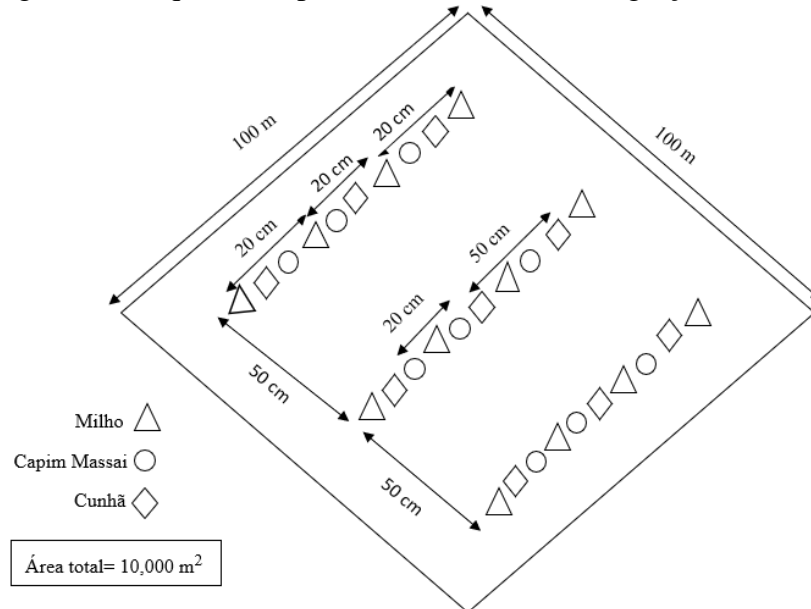
#### 3.2 Implantação do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP)

O pasto consorciado foi implantado em uma área de um hectare sem árvores, e composto por milho (*Zea mays*), capim massai (*Panicum maximum cv.*) e cunhã (*Clitoria ternatea L.*). Antes do plantio, amostras compostas de solo foram coletadas para realização das análises químicas e de fertilidade, para posterior realização dos procedimentos de adubação, aração e gradagem da área. A quantidade de adubo incorporado ao solo foi calculada a partir das análises realizadas, considerando a cultura do milho como a mais exigente entre as utilizadas.

O plantio das culturas ocorreu no início do período chuvoso do mês de fevereiro do ano 2015, iniciando pelo milho e após sua germinação seguiu-se com o plantio do capim massai e da cunhã. As culturas foram implantadas de forma que o capim massai e a cunhã ficassem situados alternadamente às entrelinhas do milho. Após 15 dias do plantio da lavoura, foi realizado o plantio do capim massai e da cunhã nas entrelinhas do milho. O plantio do capim massai foi em sulcos de, aproximadamente, 20 cm de espaçamento entre si, profundidade de semeadura de 2,0 cm, que obtida pela passagem de um rastelo ou ciscador, e densidade de

semeadura de aproximadamente  $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . O plantio da cunhã ocorreu no mesmo momento do capim, com espaçamento entre plantas de 50 cm (Figura 1).

Figura 1 – Esquema de plantio do sistema de integração lavoura-pecuária



Fonte: elaborado pelo autor.

Antes da entrada dos animais no sistema, foram coletadas amostras da pastagem para determinação de sua composição botânica e posteriores análises químico-bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará (Tabela 1). Para isso, efetuou-se o corte da forragem em sete pontos distintos, escolhidos ao acaso. Com o auxílio de uma tesoura, a forragem foi cortada rente ao solo em uma área de  $1,0 \text{ m}^2$ , delimitada por uma moldura previamente confeccionada e colocada sobre a linha de plantio.

Tabela 1 - Composição botânica e químico-bromatológica do pasto utilizado na dieta de borregos em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Componentes do pasto consorciado | %                    |
|----------------------------------|----------------------|
| Milho                            | 19,7                 |
| Capim massai                     | 49,9                 |
| Cunhã                            | 10,8                 |
| Outros                           | 19,6                 |
| Composição                       | g.kgMS <sup>-1</sup> |
| Matéria seca                     | 341,9                |
| Matéria mineral                  | 156,4                |
| Proteína bruta                   | 94,4                 |
| Extrato etéreo                   | 17,2                 |
| Fibra em detergente neutro       | 678,9                |
| Fibra em detergente ácido        | 440,1                |
| Carboidratos totais              | 732,0                |
| Carboidratos não fibrosos        | 96,4                 |
| Nutrientes digestíveis totais    | 546,8                |
| Celulose                         | 384,1                |
| Hemicelulose                     | 238,8                |
| Lignina                          | 64,9                 |

Fonte: dados da pesquisa

### 3.3 Delineamento experimental e manejo dos animais

Foram utilizados 28 borregos machos, não castrados, sendo 14 da raça Somalis Brasileira e 14 da raça Santa Inês, com peso corporal médio inicial de  $18,36 \pm 1,23$  e  $18,51 \pm 1,65$  kg, respectivamente, com aproximadamente 120 dias de idade. Cada raça correspondeu a um tratamento, onde foram avaliadas respostas fisiológicas em três diferentes horários do dia (06:00, 14:00 e 18:00 horas). O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas no tempo.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados com brincos, vacinados e vermifugados. Para a determinação e acompanhamento do peso corporal dos animais, utilizou-se uma balança BL300dig Laboremus, equipada com indicador e célula de carga digital MGR campo da TOLEDO, com capacidade de pesagem de até 300kg (Industria Laboremus, Campina Grande, Paraíba, Brasil).

A entrada dos animais no pasto consorciado ocorreu após o final do ciclo produtivo do milho, com aproximadamente 120 dias de idade. A alimentação diária dos borregos foi a mesma para ambas as raças, com a utilização de concentrado formulado com base na amostragem do pasto, almejando atender às exigências nutricionais para ganho de peso médio de  $200\text{g.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ , conforme o NRC (2007). Assim como realizado para o pasto, amostras da ração concentrada foram coletadas para a determinação de sua composição químico-

bromatológica, as quais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará (Tabela 2). O fornecimento de água foi realizado no curral e no pasto, utilizando baldes plásticos. O concentrado foi fornecido diariamente ao nível de 2% do peso corporal dos animais, sendo ofertado 60 % pela manhã (08:00 h) e 40 % a tarde (14:00 h), por um tempo de aproximadamente 35 minutos nas baias. Após a oferta de concentrado os animais eram levados ao pasto.

Tabela 2 - Composição percentual e químico-bromatológica do concentrado utilizado na dieta de borregos em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Ingredientes                  | %MN                  |
|-------------------------------|----------------------|
| Milho grão moído              | 73,0                 |
| Farelo de soja                | 23,0                 |
| Núcleo mineral comercial      | 1,2                  |
| Cloreto de sódio              | 1,0                  |
| Ureia                         | 1,0                  |
| Calcário                      | 0,8                  |
| Composição                    | g.kgMS <sup>-1</sup> |
| Matéria Seca                  | 884,5                |
| Matéria Mineral               | 48,7                 |
| Proteína Bruta                | 201,5                |
| Extrato Etéreo                | 42,8                 |
| Fibra em detergente neutro    | 137,7                |
| Fibra em detergente ácido     | 55,9                 |
| Carboidratos totais           | 707,1                |
| Carboidratos não fibrosos     | 579                  |
| Nutrientes digestíveis totais | 880,2                |

Fonte: dados da pesquisa

Para o fornecimento do concentrado, os animais foram levados a baias localizadas dentro do ILP, e separados em dois grupos de quatorze animais, um para cada raça. O concentrado foi fornecido em cochos coletivos para os dois grupos de animais, um cocho para os borregos Somalis Brasileira e outro para os borregos Santa Inês.

A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para um dos tratamentos atingirem o peso médio de 28 kg, momento em que todos os animais foram abatidos.

### 3.4 Avaliação do ambiente térmico

As variáveis climáticas foram registradas diariamente em três horários (06:00, 14:00 e 18:00 h) durante todos os dias do período experimental. A temperatura (TA, °C) e a umidade relativa (UR, %) do ar foram registradas por meio de um termo-higrômetro digital HM-02 (Highmed Soluções em Tecnologia de Medição Ltda, Tatúape, São Paulo, Brasil), para caracterização do ambiente térmico em que os animais estavam submetidos. O termo-higrômetro digital foi instalado dentro do sistema de Integração Lavoura-Pecuária, a altura do dorso dos animais e protegido por cerca de 1 m<sup>2</sup>. A partir do registro das variáveis climáticas, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), de acordo com a equação proposta por Alhidary *et al.* (2015):

$$ITU = (0,8 \times TA) + [(UR/100) \times TA - 14,3] + 46,4$$

Como critério de avaliação, utilizou-se o modelo proposto por Moran (2005), que classifica os valores de ITU em cinco níveis: abaixo de 72 sem estresse, entre 72 e 78 como estresse moderado, entre 78 e 89 estresse severo, entre 89 e 98 estresse muito severo, e acima de 98, morte dos animais.

### 3.5 Avaliação dos parâmetros fisiológicos

As variáveis fisiológicas frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS) foram mensuradas às 06:00; 14:00 e 18:00 h, durante três dias consecutivos. Para as referidas avaliações, foram utilizados 12 borregos, sendo seis de cada raça. Para realização da coleta de dados, três avaliadores procederam com a contenção de cada animal, com o auxílio de uma corda medindo, aproximadamente, 1,5 metros de comprimento. Para tal os animais foram previamente adaptados aos avaliadores e aos métodos de coleta. Todas as avaliações fisiológicas foram realizadas na área de implantação do sistema de ILP.

A FR (mov.min<sup>-1</sup>) foi obtida por meio da observação visual do flanco para contagem dos movimentos respiratórios dos animais durante 20 segundos, multiplicando-se o valor obtido por três para obtenção do número de movimentos respiratórios por minuto (ALHIDARY *et al.*, 2015).

A FC ( $\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ) foi obtida a partir da contagem dos batimentos cardíacos durante 20 segundos, com uso de estetoscópio clínico duplo com haste em aço inox da marca Incoterm, W. H. (Industries & Trade Co., Ltd, Wenzhou, Zhejiang, China), sendo o resultado multiplicado por três, para obtenção o número de batimentos por minuto.

A TR ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi determinada utilizando termômetro clínico digital com haste flexível, modelo Bioland-T103, (Bioland Tecnology Ltda., Hong Kong, China), introduzido suavemente entre 2 a 3 cm no reto do animal por um tempo aproximado de 60 segundos.

A TS ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi obtida por meio de termômetro infravermelho marca Incoterm ST600 (Capacidade:  $-60^{\circ}\text{C}$  a  $+500^{\circ}\text{C}$ ), mira laser e com visor digital luminoso (Incoterm, São Paulo, SP, Brasil). O termômetro foi posicionado a uma distância aproximada de 10 a 15 cm da superfície corporal, sendo registrada a temperatura do dorso, da garupa e da cernelha. Posteriormente, a partir dos três pontos de avaliação foi obtido uma média para cada animal.

### **3.6 Coleta de sangue para análises hormonais e bioquímicas**

Para avaliação hormonal e bioquímica do sangue, foram coletadas amostras de sangue de 10 borregos, cinco Somalis Brasileira e cinco Santa Inês, às 06:00; 14:00 e 18:00 h no terceiro dia após a coleta de parâmetros fisiológicos.

A coleta de sangue foi realizada por meio de tubos sem anti-coagulante, sendo coletado, aproximadamente, 5,0 mL de sangue mediante venopunção jugular, com agulhas hipodérmicas (40 x 12) descartáveis. Imediatamente após a coleta, o soro foi obtido por centrifugação a  $700 \times g$  por 20 minutos. Em seguida, o soro separado foi armazenado em tubos modelo *ependorf* devidamente identificados, e conservados a  $-20^{\circ}\text{C}$  em um *freezer* para posteriores análises no Laboratório Clínico Vicente Lemos, localizado em Fortaleza, Ceará, Brasil.

Foram determinadas as concentrações hormonais séricas de triiodotironina T3 ( $\text{ng/mL}$ ), tiroxina T4( $\text{ug/dL}$ ) e cortisol ( $\text{ug/dL}$ ) utilizando-se *kits* comerciais específicos para hormônios (Beckman colter kit-Tot, USA). Na avaliação bioquímica, foram determinadas as concentrações de sódio ( $\text{mEq/L}$ ), potássio ( $\text{mEq/L}$ ), glicose ( $\text{mg/dL}$ ) colesterol ( $\text{mg/dL}$ ) ureia ( $\text{mg/dL}$ ), proteínas totais ( $\text{g/dL}$ ), albumina ( $\text{g/dL}$ ), globulina ( $\text{g/dL}$ ) e a relação albumina globulina A/G com a utilização de um analisador químico clínico, o aparelho BS 800 Mindray, de acordo com os procedimentos do fabricante (Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd, Shenzhen, Guangdong, China).

### 3.7 Peso corporal e avaliação das características do pelame e da pele

O peso corporal final (PCF) foi obtido após a última pesagem dos animais.

Para avaliação das características do pelame, foram utilizados todos os animais (14 borregos de cada raça). Em ambas raças, os pelos foram coletados da região do costado, a aproximadamente 20 cm abaixo da coluna vertebral. Os pelos foram acondicionados em envelopes plásticos e identificados com o número do animal e com o nome da raça, para posterior determinação do número e comprimento dos pelos.

A densidade numérica (DN) dos pelos ( $N^\circ$  pelos/cm<sup>2</sup>) foi estimada pela contagem do número de pelos retirados na amostra, sendo a área de coleta correspondente a 0,14 cm<sup>2</sup> de pele do animal. Posteriormente, a quantidade de pelos da área coletada foi ajustada para 1 cm<sup>2</sup> para determinação da DN.

O comprimento médio dos pelos (CP; mm) e a espessura média dos pelos (EP; mm) foram estimados segundo a metodologia proposta por Façanha *et al.* (2010), elegendo-se por análise visual os 10 maiores pelos da amostra, para posterior obtenção de média aritmética por amostra. Para CP utilizou-se um paquímetro digital modelo CP009 com capacidade de 0-150 mm, (Canfort Laboratory and Education Supplies Co., Ltd. Guangzhou, Cantão, China). A EP foi obtida um micrometro digital externo com capacidade de 0-25 mm, (The Allendale Group, Hoddesdon, Hertfordshire, Reino Unido).

O delineamento experimental adotado para estas variáveis foi o inteiramente casualizado, onde as duas raças constituíram os tratamentos, com 14 repetições.

#### 3.7.1 Coleta da pele

As variáveis da pele estudadas foram a espessura das camadas da epiderme ( $\mu$ m) e a espessura da camada de colágeno ( $\mu$ m). Para estas avaliações foram utilizados 20 borregos, sendo 10 Somalis Brasileira e 10 Santa Inês. A coleta das amostras de pele foi realizada no dia do abate, sendo retiradas da região dorsal do animal com uma trefina (perfurador) de seção retangular, medindo 1,0 cm de comprimento por 0,5 cm de largura.

Os fragmentos de tecido foram removidos por meios de incisões retangulares, aprofundadas até a fáscia muscular, com margem de segurança de 1,0 mm nas bordas das mesmas. Imediatamente após a coleta, parte desses tecidos foram colocados em frascos com formol à 10%, permanecendo nessa solução durante 24 h, que em seguida foi substituída por álcool 70%, para posteriores análises histológicas (JACINTO *et al.*, 2004).

### 3.7.2 Análises Histológicas

As análises histológicas da pele dos borregos foram realizadas no Laboratório de Histologia, Morfologia Experimental e Comparada (MEC) do Centro Universitário Christus, Unichristus, Fortaleza, Ceará, Brasil.

As amostras da pele foram retiradas, isoladas e imersas para fixação em paraformaldeído durante 24 horas. Em seguida, os tecidos permaneceram 30 minutos imersos em álcool 50%; 35 minutos em álcool 70%; 40 minutos em álcool 80%; 45 minutos em álcool 90%; 50 minutos em álcool 95% e uma hora em álcool absoluto.

Os tecidos permaneceram em álcool absoluto e benzol (v/v) *overnight* e imerso em benzol durante 1,5 horas e, posteriormente, novamente em benzol durante 30 minutos. Posteriormente, os tecidos foram colocados em parafina formando blocos sólidos, os quais foram cortados em criostato com espessura média de 5  $\mu\text{m}$  e em seguida colocados em lâmina por cinco minutos para desparafinação com xilol.

A hidratação dos cortes foi realizada em álcool absoluto com xilol e a coloração com Hematoxilina-Eosina (HE) (EASYPATH, São Paulo, SP, Brasil), caracterizando morfológicamente tecidos, células e Tricômio de Masson (EASYPATH, São Paulo, SP, Brasil), para avaliar e observar a presença de fibras colágenas existentes. Para observação dessas estruturas, foi utilizado microscópio Nikon Eclipse, software Nis 4.0 (Nikon Instruments Inc, Tóquio, Japão). Para obtenção das medidas da espessura da epiderme e das camadas do colágeno, utilizou-se o programa Image J (1.52<sup>a</sup> National Institutes of Healths, Bethesda, Maryland, USA), ajustado a uma escala de 250  $\mu\text{m}$  (LIMA *et al.*, 2013).



### 3.8 Análises estatística

As variáveis foram submetidas aos testes de Shapiro-Wilk, (1965) e Bartlett (1937) para verificação da normalidade e homocedasticidade, respectivamente. As variáveis fisiológicas, hormonais e bioquímicas estudadas foram analisadas de acordo com o seguinte modelo experimental:

$$\text{Modelo 1: } Y_{ijk} = \mu + R_i + \varepsilon_{ij} + H_k + (R \times H)_{ik} + \alpha_{ijk}$$

Onde:  $Y_{ijk}$  representa a observação das variáveis (frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial, T3, T4, cortisol, sódio, potássio, glicose, colesterol, ureia, proteínas totais, albumina, globulina e relação entre albumina e globulina) resposta para o animal “i” da raça “j” no tempo “k”,  $\mu$  é a média geral,  $R_i$  é o efeito das raças (Somalis Brasileira e Santa Inês),  $\varepsilon_{ij}$  é o erro aleatório atribuído ao animal “i” na raça “j”,  $H_k$  é o efeito do ambiente segundo o horário do dia (06:00, 14:00 e 18:00 h),  $(R \times H)_{ik}$  é a interação das raças e dos horários do dia, e  $\alpha_{ijk}$  é o erro aleatório atribuído ao animal “i” da raça “j” no tempo “k”.

As variáveis peso corporal, características do pelame e da pele foram estudadas de acordo com o seguinte modelo experimental:

$$\text{Modelo 2: } Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  representa a observação das variáveis (peso corporal, densidade numérica do pelame, comprimento médio dos pelos, espessura do pelame, espessura das camadas da epiderme e do colágeno) resposta para o animal “j” da raça “i”,  $\mu$  é a média geral,  $R_i$  o efeito das raças (Somalis Brasileira e Santa Inês), e  $e_{ij}$  é o erro residual.

O software estatístico utilizado para essas análises foi o Sisvar 5.3 build 77 (Ferreira, 2011). A significância estatística foi considerada ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variáveis climáticas

Dentre os horários avaliados, no período da tarde foi registrada a maior média de temperatura do ambiente, de  $37,1 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  (Tabela 3). Já a média da umidade relativa do ar foi maior durante a manhã ( $70,6 \pm 3,8\%$ ), reduziu à tarde ( $25,0 \pm 2,1\%$ ) e aumentou às 18:00 h ( $33,0 \pm 4,3\%$ ), quando a temperatura diminuiu para  $28,6 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ . Os índices de temperatura e umidade (ITU) às 06:00, 14:00 e 18:00 h foram  $74,6 \pm 2,4$ ,  $81,7 \pm 0,4$  e  $74,0 \pm 1,4$ , respectivamente.

Tabela 3 – Valores médios, mínimos e máximos da temperatura do ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU) de Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em região semiárida

| Variáveis                                  | Horários (h) | Média $\pm$ D.P. | Máximo | Mínimo |
|--|--------------|------------------|--------|--------|
| Temperatura do ambiente $^{\circ}\text{C}$ |              | $25,4 \pm 1,8$   | 28,0   | 23,9   |
| Umidade relativa do ar (%)                 | 06:00        | $70,6 \pm 3,8$   | 76,0   | 67,0   |
| ITU  |              | $74,6 \pm 2,4$   | 79,2   | 71,9   |
| Temperatura do ambiente $^{\circ}\text{C}$ |              | $37,1 \pm 0,7$   | 38,0   | 36,3   |
| Umidade relativa do ar (%)                 | 14:00        | $25,0 \pm 2,1$   | 27,0   | 22,0   |
| ITU  |              | $81,7 \pm 0,4$   | 83,1   | 80,2   |
| Temperatura do ambiente $^{\circ}\text{C}$ |              | $28,6 \pm 1,3$   | 30,2   | 28,8   |
| Umidade relativa do ar (%)                 | 18:00        | $33,0 \pm 4,3$   | 37,0   | 27,0   |
| ITU  |              | $74,0 \pm 1,4$   | 76,4   | 71,4   |

Fonte: dados da pesquisa.

O ITU é considerado um bom indicador do estresse térmico, pois baseia-se na temperatura ambiental e na umidade relativa do ar, fatores determinantes das sensações térmicas e das respostas biológicas dos animais ao ambiente (SRIKANDAKUMAR; JOHNSON; MAHGOUB, 2003). Neste estudo, o valor médio do ITU às 14:00 h ( $81,7 \pm 0,4$ ) indica que os animais foram submetidos ao estresse por calor no período da tarde, pois de acordo com a classificação Moran (2005), ITU maior que 78 está associado ao estresse severo, onde os animais são incapazes de manter os mecanismos termoregulatórios ou a temperatura corporal normal. Já Silanikove (2000) e Zimbleman *et al.* (2009), consideram que a habilidade homeotérmica de ovinos começa a ser comprometida quando o ITU excede 80, o que também foi observado no horário da tarde.

## 4.2 Parâmetros fisiológicos

A frequência respiratória (FR) não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as raças avaliadas, mas foi significativamente afetada pelo horário, de forma que a média foi maior às 14:00 h ( $152,22 \pm 6,30 \text{ mov.min}^{-1}$ ) em comparação aos horários de 06:00 e 18:00 h ( $44,11 \pm 1,22$  e  $66,44 \pm 2,74 \text{ mov.min}^{-1}$ , respectivamente) que foram distintos entre si (Tabela 4). De acordo com Silanikove (2000), FR de 60 a 80  $\text{mov.min}^{-1}$  caracteriza estresse médio-elevado e de 80 a 120  $\text{mov.min}^{-1}$ , estresse elevado. Permanecendo a temperatura do ambiente elevada o suficiente para suprimir a perda de calor por meio da respiração, a FR de ovinos diminui e tende a estabilizar entre 155 a 200  $\text{mov.min}^{-1}$  (MARAI *et al.*, 2007).

É importante ressaltar que elevada FR não indica diretamente que o animal está em condição de estresse térmico pelo calor, pois mesmo com o aumento deste parâmetro, o animal pode ser eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, a depender das condições do ambiente e da eficácia de termorregulação pelos mecanismos de condução, convecção e radiação (EUSTÁQUIO FILHO *et al.*, 2011). Dessa forma, a elevação da FR dos animais deste estudo no período mais quente do dia (Tabela 4), possivelmente está associado a mobilização dos meios evaporativos para dissipação de calor.

A frequência cardíaca (FC) foi influenciada significativamente ( $P<0,05$ ) tanto pela raça como pelo horário do dia. A raça Somalis Brasileira apresentou média de FC superior à raça Santa Inês ( $98,29 \pm 2,33 \text{ bat.min}^{-1}$  e  $89,77 \pm 2,03 \text{ bat.min}^{-1}$ , respectivamente). Quanto ao efeito do horário, a média de FC observada às 14:00 h ( $100,11 \pm 2,50 \text{ bat.min}^{-1}$ ) foi superior à registrada às 18:00 h ( $89,11 \pm 3,33 \text{ bat.min}^{-1}$ ). Alam *et al.* (2011) avaliaram os parâmetros fisiológicos de caprinos submetidos ao estresse térmico por calor durante 0, 4 e 8 h, e observaram elevação na FC (74,3, 82,3 e 87,3  $\text{bat.min}^{-1}$ , respectivamente) à medida que o tempo de exposição ao estresse aumentou. Contudo, Al-Haidary (2004) observou redução na frequência cardíaca de 115,7 para 85,8  $\text{bat.min}^{-1}$  em ovinos sem estresse térmico (23,6°C) e com estresse térmico (33,0 a 38,5°C), respectivamente.

A FC é um parâmetro que pode aumentar ou diminuir durante o estresse térmico, sendo influenciada principalmente pela eficácia da perda de calor pelo animal e pela intensidade do estresse. A elevação da FC aumenta o fluxo sanguíneo do núcleo para a superfície do corpo, de modo que mais calor possa ser perdido por meios sensíveis (perda por condução, convecção e radiação) e insensíveis (perda por difusão da água pela pele MARAI *et al.*, 2007). Já em uma situação mais crítica de estresse térmico, a FC reduz devido à redução na taxa metabólica. Além disso, a referida redução da FC pode ocorrer também decorrente de maior fluidez do sangue

nas artérias para atingir as camadas mais externas da epiderme, com o propósito de aumentar a dissipação de calor para o ambiente, o que ocasiona mudança na pressão arterial e consequente diminuição do ritmo cardíaco (EUSTÁQUIO FILHO *et al.*, 2011).

Tabela 4 - Efeito de horários do dia (horas) sobre os parâmetros fisiológicos de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Parâmetros                  | Raça               |        |         |            |        |         | EPM <sup>1</sup> | Efeitos |         |                    |
|-----------------------------|--------------------|--------|---------|------------|--------|---------|------------------|---------|---------|--------------------|
|                             | Somalis Brasileira |        |         | Santa Inês |        |         |                  | Raça    | Horário | R x H <sup>1</sup> |
|                             | 06:00              | 14:00  | 18:00   | 06:00      | 14:00  | 18:00   |                  |         |         |                    |
| Borregos (n)                | 6                  | 6      | 6       | 6          | 6      | 6       | -                | -       | -       | -                  |
| FR (mov.min <sup>-1</sup> ) | 47,33              | 159,56 | 74,44   | 40,89      | 144,89 | 58,44   | 4,1806           | 0,0629  | 0,0001  | 0,6141             |
| FC (bat.min <sup>-1</sup> ) | 95,33              | 104,22 | 95,33   | 90,44      | 96,00  | 82,89   | 1,7087           | 0,0055  | 0,0145  | 0,6027             |
| TR (°C)                     | 39,18b             | 39,92a | 39,36bc | 38,81d     | 39,88a | 39,42bc | 0,0466           | 0,1068  | 0,0001  | 0,0076             |
| TS (°C)                     | 25,36d             | 42,36b | 29,82c  | 25,82d     | 48,98a | 29,72c  | 0,3296           | 0,0005  | 0,0001  | 0,0001             |

FR= Frequência respiratória; FC= Frequência cardíaca; TR= Temperatura retal; TS= temperatura superficial; <sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>R x H= Interação raças x horário; Fonte: dados da pesquisa.

Houve significativa ( $P < 0,05$ ) interação entre raça e horário para as variáveis temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TS). Os animais da raça Somalis Brasileira apresentaram TR às 06:00 h maior que os da raça Santa Inês, enquanto que às 14:00 e 18:00 h não houve diferença na TR entre as duas raças. Os animais das duas raças apresentaram maior TR às 14:00 h, de modo que a TR às 06:00 e às 18:00 h foram semelhantes nos borregos Somalis Brasileira e, de forma que a menor TR foi observada às 06:00 h.

A TR representa a temperatura corporal do animal, e pode ser uma ferramenta prática na identificação de animais sob estresse térmico, bem como na seleção de animais mais resistentes (NIESLON, 1995). A TR média de ovinos é  $39,1^{\circ}\text{C}$ , segundo Swenson e Reece (1996). McDowell *et al.* (1989) salientam que a elevação em  $1^{\circ}\text{C}$  na temperatura retal é suficiente para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos. De acordo com Santos *et al.* (2006), o aumento da temperatura retal significa que o animal está estocando calor, e caso este não seja dissipado, possivelmente resultará em estresse calórico. Com isso, o aumento da TR dos animais deste estudo durante a tarde, momento mais quente do dia (Tabela 4), associada às alterações observadas na FR e FC, indica que os borregos Santa Inês e Somalis Brasileira, possivelmente, armazenaram energia térmica nesse período e buscaram dissipar calor pelo aumento da atividade respiratória e do ritmo cardíaco.

Não foi observada diferença na TS entre as duas raças às 06:00 e 18:00 h. Já as 14:00 h os borregos Santa Inês apresentaram TS superior aos da raça Somalis brasileira. As duas raças apresentaram comportamento análogo nos diferentes horários, sendo a TS superior às 14:00 h, seguida das 18:00 h, e menor às 06:00 h. Segundo Lima *et al.* (2017), o pelame com pigmentação escura apresenta maior absorção de radiação solar de ondas curtas, armazenando maior quantidade de energia térmica quando comparado ao pelame com coloração clara. Assim, a maior TS observada nos borregos Santa Inês no horário de 14:00 h pode ser atribuída à coloração mais escura do pelame desses animais.

A TS está associada à dissipação de calor pelos mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação), por meio de gradiente existente entre a TS e a temperatura do ambiente. Santos *et al.*, (2006) explicam que quando este gradiente não é favorável, e a eficácia de perda de calor pelos mecanismos sensíveis é prejudicada, o organismo do animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível (como a sudorese e/ou FR), para dissipar calor para regulação homeotérmica.

### 4.3 Hormônios triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e Cortisol

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) de raça sobre nenhum parâmetro hormonal estudado (Tabela 5). No entanto, o horário influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) as concentrações dos hormônios avaliados.

Os hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) apresentaram comportamento semelhante. Às 18:00 h a concentração sérica média de T3 ( $1,33 \pm 0,06$  ng/mL) foi superior à observada pela manhã, às 06:00 h ( $1,14 \pm 0,06$  ng/mL), enquanto às 14:00 h ( $1,26 \pm 0,06$  ng/mL) foi verificada concentração semelhante aos demais horários. Semelhantemente, a concentração média de T4 foi maior às 18:00 h ( $8,11 \pm 0,61$  ug/dL) em comparação ao horário de 06:00 h ( $7,28 \pm 0,67$  ug/dL), sendo às 14:00 h semelhante aos demais horários ( $7,41 \pm 0,57$  ug/dL). Starling *et al.* (2005) avaliando ovinos da raça Corriedale em clima tropical, registraram durante o verão ( $28,58$  °C) níveis sanguíneos superiores de T3 ( $1,87$  ng/mL) e inferiores para T4 ( $6,15$  ug/dL) aos observados nesse estudo.

A temperatura ambiental é um dos principais reguladores exógenos da atividade da glândula tireóide (DICKSON, 1996). Webster *et al.* (1991) observou relação inversa entre a temperatura ambiental e as concentrações sanguíneas dos hormônios tireoidianos. O principal efeito desses hormônios é aumentar a atividade metabólica da maioria dos tecidos, promovendo o aumento da taxa metabólica basal, maior disponibilidade de glicose nas células, estímulo da síntese proteica e aumento do metabolismo lipídico, o que eleva as funções cardíacas e neurais (TODINI *et al.*, 2007). Durante o estresse térmico por calor, as concentrações sanguíneas de T3 e T4, bem como a taxa metabólica, o consumo de ração, o crescimento e a produção de leite diminuem (SILANIKOVE, 2000). Animais bem adaptados respondem rapidamente às mudanças ambientais e, portanto, realizam os ajustes fisiológicos necessários para sua homeostase (STARLING *et al.*, 2005).

Tabela 5 - Efeito de diferentes horários do dia (horas) sobre os hormônios triiodotironina T3, tiroxina T4 e cortisol de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Parâmetros       | Raça    |       |       |            |       |       | EPM <sup>1</sup> | Efeitos |         |                    |
|------------------|---------|-------|-------|------------|-------|-------|------------------|---------|---------|--------------------|
|                  | Somalis |       |       | Santa Inês |       |       |                  | Raça    | Horário | R x H <sup>2</sup> |
|                  | 06:00   | 14:00 | 18:00 | 06:00      | 14:00 | 18:00 |                  |         |         |                    |
| Borregos (n)     | 6       | 6     | 6     | 6          | 6     | 6     | -                | -       | -       | -                  |
| T3 (ng/mL)       | 1,04    | 1,26  | 1,28  | 1,24       | 1,27  | 1,38  | 0,0808           | 0,3894  | 0,0083  | 0,2169             |
| T4 (ug/dL)       | 6,30    | 6,80  | 7,46  | 8,27       | 8,02  | 8,77  | 0,8153           | 0,2299  | 0,0172  | 0,3514             |
| Cortisol (ug/dL) | 1,92    | 2,38  | 1,06  | 2,94       | 3,62  | 1,07  | 0,7311           | 0,4837  | 0,0001  | 0,2022             |

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>R x H= Interação raças x horário; Fonte: dados da pesquisa.



Para o cortisol, as concentrações médias observadas às 06:00 e 14:00 h foram semelhantes ( $2,43 \pm 0,67$  e  $3,00 \pm 0,60$  ug/dL, respectivamente,  $P > 0,05$ ), no entanto, superiores à observada às 18:00 h ( $1,06 \pm 0,30$  ug/dL). Valores inferiores aos observados nos períodos da manhã e da tarde foram obtidos por Starling *et al.* (2005), de 1,54 ug/dL, durante o verão (28,58 °C) em clima tropical.

Em situação de estresse agudo, a adrenal aumenta a secreção de cortisol, que é usado como indicador de estresse e cujo efeito catabólico resulta em degradação dos tecidos e disponibilização de glicose aos tecidos nobres. Contudo, quando estresse é crônico, pode ocorrer redução da atividade deste eixo, no sentido de reduzir a mobilização excessiva dos tecidos (SILVA; SOUZA e SILVA, 2015). O cortisol plasmático é considerado um parâmetro fisiológico confiável para determinar a resposta do estresse animal (ROMERO *et al.*, 2015). Este hormônio estimula ajustes fisiológicos que permitem ao animal tolerar o estresse causado em ambientes quentes. A resposta do cortisol no sistema imunológico em ovelhas está relacionada com a magnitude e a duração do estresse (CILIBERTI *et al.*, 2017).

É importante destacar que a concentração de cortisol responde mais rapidamente ao estresse térmico, ao passo que o período de latência é maior nas respostas do T3 e do T4 (STARLING *et al.*, 2005). Os dados obtidos neste estudo sugerem que durante o dia, os níveis séricos de cortisol se elevaram em resposta a maior temperatura, registrada no horário da tarde. Já a concentração dos hormônios tireoidianos, possivelmente aumentou com o passar do dia em resposta às variações dos níveis de cortisol.

#### **4.4 Indicadores bioquímicos dos soros**

Não foi observado efeito de raça ( $P > 0,05$ ) para os indicadores bioquímicos dosados, bem como do horário com relação às concentrações de sódio, glicose e colesterol, e para a relação albumina:globulina. Contudo, a concentração de potássio, ureia, proteínas totais, albumina e globulina foi influenciada significativamente ( $P < 0,05$ ) pelos diferentes horários avaliados (Tabela 6).

A concentração média de potássio as 14:00 h ( $4,64 \pm 0,10$  mEq/L) foi maior que a observada às 06:00 e 18:00 h ( $4,37 \pm 0,08$  e  $4,33 \pm 0,09$  mEq/L, respectivamente), as quais não diferiram entre si. Estes resultados diferem dos obtidos por Alhidary *et al.* (2012), que ao avaliaram ovinos da raça Merino submetidos a condições de termoneutralidade (23,2 °C) e de estresse por calor (37,4 °C), não observaram diferenças significativas nos níveis sanguíneos de potássio.

Reece (2017), avaliando ovinos europeus adultos em repouso à sombra, observou resultados similares ao desse estudo, sendo verificados níveis médios entre 3,9 e 5,4 mEq/L.

Tabela 6 - Efeito de diferentes horários do dia (horas) sobre os indicadores bioquímicos de borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Parâmetros              | Raça               |        |        |            |        |        | EPM <sup>1</sup> | Efeitos |         |                    |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------------|---------|---------|--------------------|
|                         | Somalis Brasileira |        |        | Santa Inês |        |        |                  | Raça    | Horário | R x H <sup>2</sup> |
|                         | 06:00              | 14:00  | 18:00  | 06:00      | 14:00  | 18:00  |                  |         |         |                    |
| Borregos (n)            | 5                  | 5      | 5      | 5          | 5      | 5      | -                | -       | -       | -                  |
| Sódio (mEq/L)           | 141,20             | 145,20 | 144,80 | 142,40     | 144,40 | 146,60 | 0,8097           | 0,5398  | 0,1416  | 0,7848             |
| Potássio (mEq/L)        | 4,38               | 4,74   | 4,42   | 4,36       | 4,54   | 4,24   | 0,0837           | 0,2928  | 0,0432  | 0,7243             |
| Glicose (mg/dL)         | 62,62              | 65,44  | 70,96  | 60,02      | 66,20  | 70,58  | 2,6128           | 0,8463  | 0,0599  | 0,8963             |
| Colesterol (mg/dL)      | 47,86              | 49,62  | 50,20  | 50,92      | 49,36  | 50,44  | 2,4674           | 0,7789  | 0,8828  | 0,6860             |
| Ureia (mg/dL)           | 26,28              | 30,36  | 31,80  | 25,52      | 27,94  | 29,50  | 1,7492           | 0,4814  | 0,0081  | 0,7894             |
| Proteínas totais (g/dL) | 5,64               | 5,68   | 5,48   | 6,24       | 5,90   | 5,86   | 0,1484           | 0,0926  | 0,0088  | 0,0707             |
| Albumina (g/dL)         | 3,09               | 3,15   | 3,03   | 3,20       | 3,04   | 3,02   | 0,0667           | 0,9672  | 0,0130  | 0,0543             |
| Globulina (g/dL)        | 2,55               | 2,53   | 2,45   | 3,04       | 2,86   | 2,84   | 0,1252           | 0,0517  | 0,0044  | 0,1487             |
| <sup>3</sup> A:G        | 1,22               | 1,25   | 1,25   | 1,06       | 1,07   | 1,07   | 0,0532           | 0,0545  | 0,2123  | 0,7522             |

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>R x H= Interação raças x horário; <sup>3</sup>Relação albumina:globulina; Fonte: dados da pesquisa.

A concentração de ureia apresentou maior concentração média às 18:00 h ( $30,65 \pm 1,31$  mg/dL) em comparação às 06:00 h da manhã ( $25,9 \pm 1,37$  mg/dL), sendo a média observada no horário da tarde ( $29,15 \pm 1,55$  mg/dL) semelhante aos demais horários ( $P > 0,05$ ). Os níveis de ureia sanguínea são influenciados principalmente pela dieta, sendo um indicador sensível e imediato da ingestão de proteínas, ao contrário da albumina que é um indicador em longo prazo do “status” proteico (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003). As alterações na concentração de ureia durante o estresse, normalmente, são atribuídas ao aumento do catabolismo proteico (RONCHI *et al.*, 1995), efeito pouco provável para o presente estudo.

Os valores das concentrações plasmáticas de proteínas totais, albumina e globulina apresentaram comportamento semelhante nos diferentes horários, sendo às 06:00 h observadas médias, respectivamente, de  $5,94 \pm 0,17$ ;  $3,14 \pm 0,06$  e  $2,79 \pm 0,13$  g/dL, sendo superiores às concentrações médias verificadas no horário de 18:00 h ( $5,67 \pm 0,10$ ;  $3,02 \pm 0,05$  e  $2,64 \pm 0,10$  g/dL, respectivamente). As médias obtidas às 14:00 h para proteínas totais ( $5,79 \pm 0,10$  g/dL), albumina ( $3,09 \pm 0,04$  g/dL) e globulina ( $2,69 \pm 0,10$  g/dL) foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) as obtidas nos demais horários.

Nazifi *et al.* (2003) não encontraram diferença na concentração de proteínas totais entre ovinos sob condições ótimas (21 °C) e em estresse por calor (40 °C). A avaliação das concentrações sanguíneas de proteínas totais, albumina e globulina permite avaliar o status nutricional proteico dos animais, sendo sua diminuição no plasma relacionada à deficiência proteica na alimentação (CONTRERAS; WITTEWER; BOHMWALD, 2000; PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Metabólitos, como a albumina, respondem mais lentamente no aporte de proteínas, necessitando de um longo período de estresse para que seus níveis sanguíneos diminuam (CONTRERAS; WITTEWER; BOHMWALD, 2000)

Ferreira *et al.* (2009), ao avaliarem bovinos durante seis horas em câmara climática, submetidos a condições de estresse calórico (42 °C e 60% de umidade relativa), observaram aumento nas concentrações de proteínas totais, ureia, sódio e potássio. As características bioquímicas do sangue modificam-se quando ocorrem mudança nas estações do ano, na dieta e em situação de estresse, de tal forma que o metabolismo é reduzido pelo estresse por calor e acelerado durante o estresse pelo frio (RIBEIRO *et al.*, 2016).

#### 4.5 Peso corporal e características morfológicas do pelame e da pele

Não foram observadas diferenças significativas para o peso corporal final (PCF), bem como, para a densidade numérica (DN) e comprimento médio dos pelos (CP) dos borregos Somalis Brasileira e Santa Inês ( $P > 0,05$ ; Tabela 7). Mascarenhas (2018), em clima semiárido ( $35,70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) observou valores maiores de DN e próximos de CP para ovinos Santa Inês ( $510,27\text{ pelos/cm}^2$  e  $20,98\text{ mm}$ , respectivamente) quando comparados ao presente estudo.

Tabela 7 – Peso corporal e características do pelame e da pele de borregos Somalis Brasileira e Santa Inês terminados em sistema de integração lavoura-pecuária em região semiárida

| Parâmetros                  | Raças             |            | EPM <sup>1</sup> | P-valor |
|-----------------------------|-------------------|------------|------------------|---------|
|                             | Somali Brasileira | Santa Inês |                  |         |
| Peso                        |                   |            |                  |         |
| PCI (kg)                    | 18,51             | 18,36      | -                | -       |
| PCF (kg)                    | 27,79             | 28,66      | 0,7517           | 0,4522  |
| Pelame                      |                   |            |                  |         |
| DN (pelos/cm <sup>2</sup> ) | 259,33            | 235,61     | 29,2388          | 0,5714  |
| CP (mm)                     | 25,17             | 21,57      | 1,4111           | 0,0828  |
| EP (mm)                     | 0,04              | 0,05       | 0,0024           | 0,0034  |
| Pele                        |                   |            |                  |         |
| EE (μm)                     | 90,11             | 83,75      | 7,4859           | 0,5560  |
| EC (μm)                     | 963,93            | 919,06     | 65,5241          | 0,6340  |

PCI = peso corporal inicial aos 120 dias; PCF = peso corporal final aos 173 dias de idade; DN = densidade numérica dos pelos; CP = comprimento médio dos pelos; EP = espessura média dos pelos; EE = espessura das camadas da epiderme; EC = espessura das camadas do colágeno

<sup>1</sup>Erro padrão da média

Fonte: dados da pesquisa.

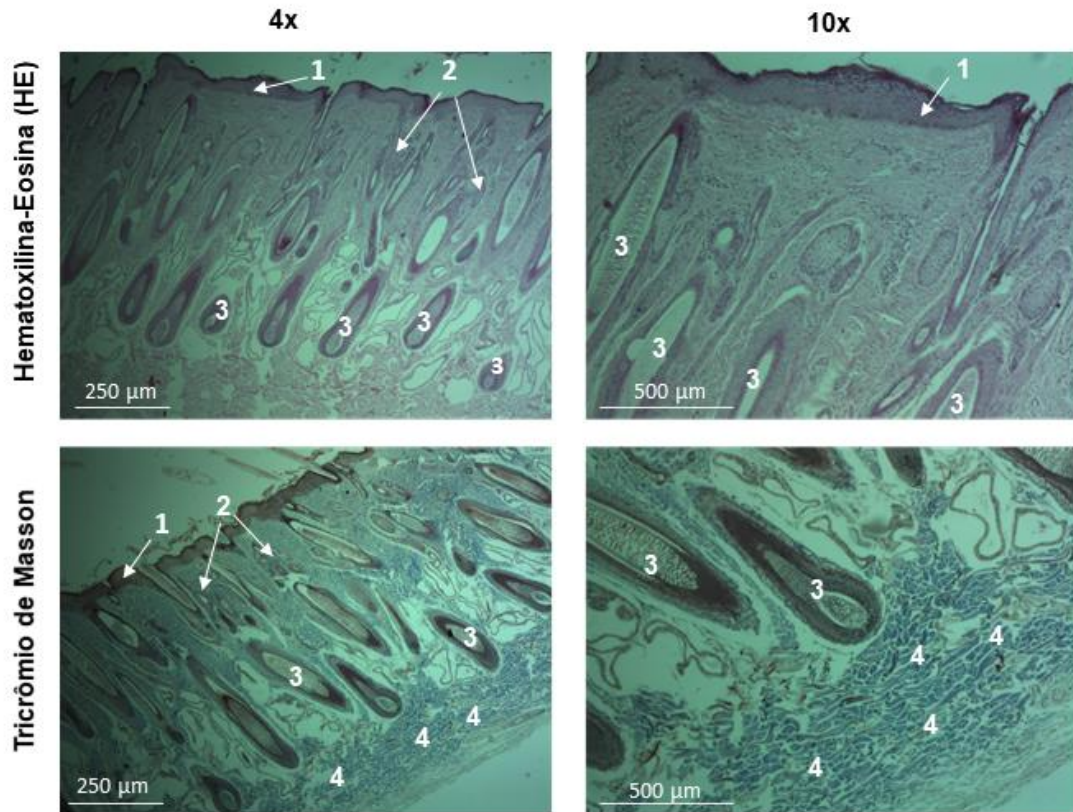
O pelame representa a fronteira entre o ambiente e o corpo dos animais e influencia diretamente as trocas térmicas. Assim, as características do revestimento podem ser consideradas bons marcadores fenotípicos para assegurar a seleção de animais tolerantes ao calor (LEITE *et al.*, 2017). A epiderme pigmentada, pelos curtos, claros e assentados, pouco espessos e de baixa densidade favorecem a proteção contra a radiação e a eficiência da termólise (FAÇANHA *et al.*, 2010).

A espessura média dos pelos (EP) apresentou diferença entre as raças estudadas ( $P < 0,05$ ), sendo mais espessa nos borregos Santa Inês quando comparada aos borregos Somalis Brasileira. Essa é uma característica vantajosa para ovinos da raça Somalis, pois pelo espesso retém mais ar entre a pele e o pelame, formando uma camada isolante e dificultando a perda de calor, além de dificultar a reflexão (BATISTA, 2012).

A espessura das camadas da epiderme (EE) e do colágeno (EC) dos borregos Somalis Brasileira e Santa Inês não diferiram significativamente ( $P>0,05$ ; Tabela 7). Nas figuras 1 e 2, é possível observar os cortes histológicos da pele dos borregos Somalis Brasileira e Santa Inês, respectivamente.

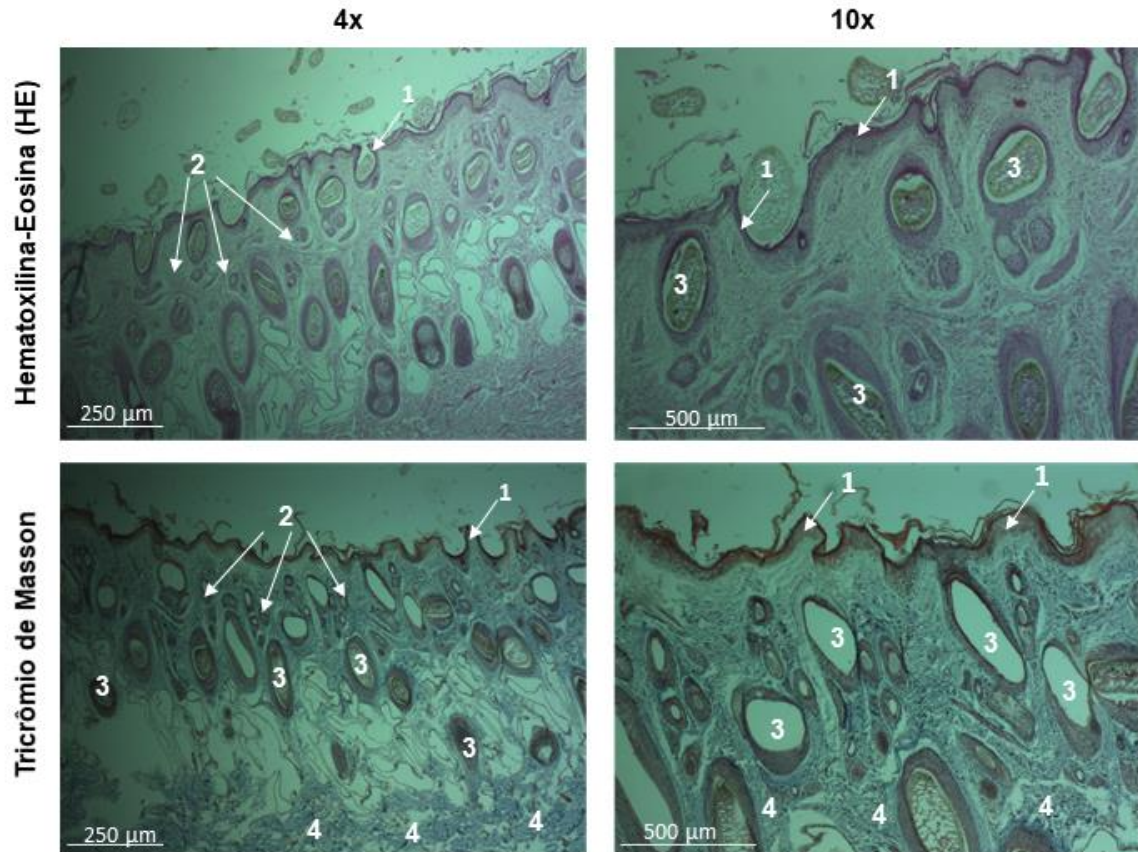
A pele apresenta papel fundamental na manutenção da homeotermia através da perda de calor por meio da sudorese, sendo formada pela derme e pela epiderme (SILVA *et al.*, 2010). A epiderme, por sua vez, é naturalmente mais espessa em animais herbívoros em comparação aos animais carnívoros, e é composta por folículos pilosos, glândulas sudoríparas, glândulas sebáceas e músculo eretor do pelo (CALHOUN e STINSON, 1982). A estrutura da pele dos animais domésticos varia de acordo com a região do corpo sendo influenciada pela raça, idade e pelo (FREIRE e MOREIRA, 2000). Entretanto, os resultados deste estudo demonstraram que ovinos Somalis Brasileira e Santa Inês apresentam similaridade na estrutura da pele.

Figura 2 – Histologia da pele de borregos Somalis Brasileira aos 173 dias de idade em corte perpendicular à superfície, evidenciando a epiderme (1), folículos pilosos (2), porção secretora das glândulas sudoríparas (3), e os feixes de fibras de colágenos (4)



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 3 – Histologia da pele de borregos Santa Inês aos 173 dias de idade em corte perpendicular à superfície, evidenciando a epiderme (1), folículos pilosos (2), porção secretora das glândulas sudoríparas (3), e os feixes de fibras de colágenos (4)



Fonte: dados da pesquisa.



## 5 CONCLUSÃO

Os borregos das raças Somalis Brasileira e Santa Inês apresentam mecanismos fisiológicos de adaptação e características morfológicas do pelame e da pele que lhes permitem manter a homeotermia e se adaptar às condições do semiárido. Portanto, os resultados deste estudo sugerem que ambas as raças podem ser terminadas em sistema de integração lavoura-pecuária em ambiente semiárido com possibilidade de expressar adequado desempenho produtivo.

## REFERÊNCIAS

- ALHIDARY, IA. *et al.* Physiological responses of australian merino wethers exposed to high heat load. **Journal of Animal Science**, Oxford, v. 90, n. 1, p. 212–220, 2015.
- AL-HAIDARY, A. A. Physiological responses of Naimey sheep to heat stress challenge under semi-arid environments. **International Journal of Agriculture and Biology**, Colombia, v. 6, n. 2, p. 307-309, 2004.
- AMADEU, Cláudia Caroline Barbosa. **Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Merino Branco**. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- AMBROSI, I. *et al.* Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1213-1219, 2001.
- ASMARE, A. *et al.* Effects of small ruminant type and level of intake on metabolism. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 102, n. 2, p. 186–190, 2012.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- BATISTA, Alline Aparecida Fernandes Malvão Luciano. **Pele e pelame de bovinos e bubalinos como fatores de adaptação ao clima tropical**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.
- BARBOSA, O. R. *et al.* Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society**, Series A, v.160, p. 268-282, 1937.
- BAÊTA, F. D. C.; SOUZA, C. D. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Editora UFV, 1997. 246p.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, Gijon, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 4, p. 1947-1956, 2007.
- BORGES, J. O.; SILVA, A. P. V.; CARVALHO, R. A. Conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês confinados com dietas contendo três níveis de inclusão de concentrado. **Boletim De Indústria Animal**, São Paulo, v. 75, p. 1-7, 2018.
- CALHOUN, M. L.; STINSON, A. W. Tegumento. *In*: DELLMANN, H. D.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 360-387.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Switzerland v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Definições e terminologias para Sistema de Produção Agropecuária. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 45, n. 5. p. 1040-1046, 2014.

CATALANO, Francisco Augusto Ricci. **Estratégias eletrolíticas: controle do estresse térmico em ovinos**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Médica e Cirúrgica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2014.

CILIBERTI, M. G. *et al.* Peripheral blood mononuclear cell proliferation and cytokine production in sheep as affected by cortisol level and duration of stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, n. 1, p. 750-756, 2017.

CONTRERAS, P. A.; WITTWER, F.; BOHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. *In*: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; PATINO, H.O.; RIBEIRO, L.A. (Eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 106 p.

CORDEIRO, L. A. M. *et al.* Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Estratégias Para Intensificação Sustentável do Uso do Solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 15-53, 2015.

COSTA JUNIOR, E. M. A.; CORRÊA, A. S.; PACHECO, J. A. C. **O potencial da pecuária de corte nas regiões tropicais e subtropicais da América Latina**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1987.

DICKSON, W.M. Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas. *In*: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.) **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. p. 572-614.

ELVINGER, F.; NATZKE, R.; HANSEN, P. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 449-462, 1992.

EUSTÁQUIO FILHO, A. *et al.* Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1807-1814, 2011.

FAÇANHA, D. A. E. *et al.* Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 837-844, 2010.

FAÇANHA, D. A. E. *et al.* Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 91-103, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, F. *et al.* Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4, p. 769-776, 2009.

FONTANELI, R.S. *et al.* Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000.

FREIRE, M. C; CANL, R. M. A pele bovina como matéria prima. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 24, n. 283, p. 100-110, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. *In*: PRIMEIRO SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, Porto Alegre, 2003. **Anais...Rio Grande do Sul: Sipcvs**, 2003, p.73-89.

GRANDIN, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. **Meat Science**, Illinois, v. 98, p. 461-469. 2014.

HILL R.W.; WYSE G.A.; ANDERSON, M. **Fisiologia animal**, 2. ed. Artmed, 2012. cap.9, p. 205-229.

HOINACK, E. **Peles e Couros**. 2. ed. Porto Alegre:CFP de artes Gráficas ,1989. 319 p.

JACINTO, M.A.C. *et al.* Características Anátomo-Estruturais da Pele de Ovinos (*Ovis áries* L.) Lanados e Deslanados, Relacionadas com o Aspecto Físico- Mecânico do Couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1001-1008, 2004.

KADZERE, C.T. *et al.* Heta stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Gijon, v. 77, p. 59-91, 2002.

LEITÃO, M. M. *et al.* Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1355-1360, 2013.

LEITE, J. H. G. M. *et al.* Thermoregulatory responses related to coat traits of Brazilian native ewes: an adaptive approach. **Journal of Applied Animal Research**, Londres, v. 46, n. 1 p. 353-359, 2017.

LIMA, L. O. *et al.* Influência da cor do pelame nos parâmetros fisiológicos e comportamentais de ovelhas da raça Santa Inês ao sol e à sombra. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v.11, n. 8, p. 744-753, 2017.

LUCENA, L. F. D. A. *et al.* Respostas fisiológicas de caprinos nativos mantidos em temperatura termoneutra e em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 672-679, 2013.

LUZ, C. S. M. *et al.* Estimativas de características termorreguladoras de ovinos em período seco e chuvoso criados na região do vale do gurguéia, sul do estado do piauí. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 19–24, 2014.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.

MARAI, I. F. M. *et al.* Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 71, n. 1–3, p. 1–12, 2007.

MARTELLO, L. S. U.; JÚNIOR, S.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MCDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales**. Icone, São Paulo, 1989.

MÉNDEZ, A.; BLANCO, A.; PÉREZ, J.; BATISTA, M.J. **Cuaderno de Prácticas de Histología Especial Veterinaria**. Córdoba (España): Universidad de Córdoba, UCO, 2004. 1CD-ROM.

MORAIS, D. A. E. F. *et al.* Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 538-545, 2008.

MORAN, J. **Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics**. Ed. Landlinks Press, Canberra, 2005. 295p

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. Washington, 2007. 408p.

NIESLEN, K. S. Animal Physiology. *In*: NIELSON, KNUT (Ed.), **Adaptation and Environment**, fourth 5. ed. Cambridge University Press, 1995. 617p.

NEIVA, J. N. M. *et al.* Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, 2007.

QUEIROZ, E. O. *et al.* Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper-Santa Inês nas estações verão e inverno. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n.1, p. 199-209, 2015.

QUESADA, M.; MCMANUS, C.; COUTO, F. A. D. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1021-1026, 2001.

REECE, W. O. **‘Dukes’ Fisiologia dos Animais Domésticos**. 13. ed. Guanabara Koogan Ltda. Rio de Janeiro, 2017. 1594p.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 9-18, 2013.

- RIBEIRO, N. *et al.* Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 144, p. 236–241, 2016.
- ROMERO, G. *et al.* Within-day variation and effect of acute stress on plasma and milk cortisol in lactating goats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, n. 2, p. 1-8, 2015.
- RONCHI, B.; BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.G. *et al.* Effetti dello "stress" térmico sullo stato metabólico di vitelle di razza frizona. **Zoot. Nutr. Anim**, Paris, v. 21, p.209-221, 1995.
- SALTON, J. C. *et al.* Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Nanning, v. 190, p. 70-79, 2014.
- SAMPAIO, C. A. P. *et al.* Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 785-790, 2004.
- SANTANA, M. C. A.; CAVALI, J.; MODESTO, V. C. Influência do clima em animais de interesse zootécnico. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 1, n. 1, p. 86-98, 2014.
- SANTOS, J. R. S. D. *et al.* Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- SANTOS, M. M. *et al.* Comportamento de ovinos da raça santa inês, de diferentes pelagens, em pastejo. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 287-294, 2011.
- SEJIAN, V.; SRIVASTAVA, R. S. Effects of Melatonin on Adrenal Cortical Functions of Indian Goats under Thermal Stress. **Veterinary medicine international. asian-Aust. J. Anim. Sci**, Seoul, v. 10, p. 1-6, 2008.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika, Great Britain**, Oxford, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.
- SHEARER, J. K.; BEEDE, D. K. Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. **Agri – Practice**, Gainesville, v. 11, p. 5-17, 1990.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants . **Livest Prod Sci domestic ruminants. Livestock production science**, Gijon, v. 67, p. 1–18, 2000.
- SILVA, G. de A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N. da. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 3, n. 1, p. 20–27, 2015.
- SIVA, E. M. N. *et al.* Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 142-148, 2010.
- SOARES, M. S. *et al.* Produção de bovinos de corte e leite em sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Animal**, Curitiba, v. 16, p. 1-13, 2018.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.

SOUZA JÚNIOR, S. C. *et al.* Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v.10, n. 2, p. 127-137, 2008.

SOUZA, P. T.; SALLES, M. G. F.; ARAÚJO, A. A. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1888-1895, 2012.

STARLING, J. M. C. *et al.* Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2070-2077, 2002.

STARLING, J. M. C. *et al.* Seasonal Variation of Thyroid Hormones and Cortisol of Sheep in Tropical Environment. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2064-2073, 2005.

SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E. H.; MAHGOUB, O. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 49, 193–198. 2003.

SWENSON MJ, REECE WO. **‘Dukes’: fisiologia dos animais domésticos** 11. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996, 764p.

TODINI, L. *et al.* Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 68, n. 3, p. 285-290, 2007.

URIBE-VELÁSQUEZ, L. F. *et al.* Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tiroídeos, metabólitos lipídicos e temperatura corporal de cabras alpinas submetidas ao estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.6, p.1123-1130, 1998.

VIANA, M. P.; MEDEIROS, A. R.; SOUZA, B. B. Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 01-08, 2013.

VILELA, L. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

VERÍSSIMO, C. J. *et al.* Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n. 1, p.159-167, 2009.

WEBSTER, J. R.; Moenter MS. Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season-specific suppression of gonadotropin secretion in sheep. **Endocrinology**, Rockville, v. 129, n. 1, p. 176-183, 1991.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock. Ungulates**. Boca Raton: CRC Press Inc, 1985. v. 2, 217p.

ZIMBLEMAN, R. B. *et al.* A re-valuation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *In*: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 24., the University of Arizona, 2009. **Proceedings...** Tucson, Arizona, USA, 2009. p. 158-169.