



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LARISSA KELLEN DA CUNHA MORAIS**

**TERMORREGULAÇÃO DE CORDEIROS F1 (DORPER X SANTA INÊS) EM  
AMBIENTE EQUATORIAL: COMPORTAMENTO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

**AREIA  
2021**

**LARISSA KELLEN DA CUNHA MORAIS**

**TERMORREGULAÇÃO DE CORDEIROS F1 (DORPER X SANTA INÊS) EM  
AMBIENTE EQUATORIAL: COMPORTAMENTO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

**Orientador:** Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva

**Coorientadores:** Prof. Dr. Wandrick Hauss de Sousa

Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M827t Morais, Larissa Kellen da Cunha.

Termorregulação de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês)  
em ambiente equatorial: comportamento e respostas  
fisiológicas / Larissa Kellen da Cunha Morais. -  
Areia:UFPB/CCA, 2021.

42 f. : il.

Orientação: Edilson Paes Saraiva.

Coorientação: Wandrick Hauss de Sousa, Alex Sandro  
Campos Maia.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Ambiente térmico radiante. 3.  
Comportamento. 4. Cordeiros. I. Saraiva, Edilson Paes.  
II. Sousa, Wandrick Hauss de. III. Maia, Alex Sandro  
Campos. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(043.3)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO**

**TÍTULO:** “TERMORREGULAÇÃO DE CORDEIROS F1 (DORPER X SANTA INÊS) MANEJADOS A PASTO EM AMBIENTE EQUATORIAL: COMPORTAMENTO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS”

**AUTOR:** Larissa Kellen da Cunha Moraes

**ORIENTADOR:** Edilson Paes Saraiva

**JULGAMENTO**

**CONCEITO: APROVADO**

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dra. Carla Aparecida Saraiva  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dra. Sheila Tavares Nascimento  
Examinador  
Universidade de Brasília

Areia, 01 de março de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Larissa Kellen da Cunha Moraes ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba em março de 2010, recebendo o título de Zootecnista em janeiro de 2016. Durante a graduação, estagiou no Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal (LAPOA) e no Setor de Bovinocultura de Leite. Em 2013, participou como aluna bolsista de um projeto de extensão em propriedades de bovinocultura leiteira, sob orientação da Profa. Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva. No mesmo ano, ingressou no Grupo de Estudos em Bioclimatologia, Etologia e Bem-estar animal (BioEt), como bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/UFPB), sob orientação do Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva. Foi monitora na disciplina Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia. Em março de 2016, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – PPGZ/UFPB, na área de concentração em Produção Animal com ênfase em Bioclimatologia, Etologia e Bem-estar animal, sob orientação do Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva.

Primeiramente a Deus, por me guiar, me dar força e discernimento em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Saulo Rubens Morais e Joselma da Cunha Morais, por todo amor e por não medirem esforços para eu alcançar meus objetivos.

Aos meus filhos, Danilo e Lorena, pois mesmo sem saberem, me motivam a ser alguém melhor todos os dias.

Aos meus irmãos, Stanley e Arllyson, tios e tias, por todo apoio, exemplo e por terem contribuído em toda minha formação pessoal e profissional.

Com todo amor...

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba e aos professores que dele fazem parte, e que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva, pelo profissional e ser humano que é, por toda orientação, dedicação e amizade durante esses anos que trabalhamos juntos.

Aos meus coorientadores, Prof Dr. Wandrick Hauss de Sousa e Prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia, pelas valiosas contribuições.

A FINEP pelo apoio financeiro e a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), por permitir a realização dessa pesquisa, e aos funcionários, pela colaboração diária e por me receberem tão bem.

A todos os amigos do BioEt (Grupo de Estudos em Bioclimatologia, Etologia e Bem-Estar Animal), pela ajuda na condução do experimento e colheita de dados: Guilherme, Thiago, Josinaldo, Mikael, Danrley, Raniere, Isa, Pavlos, Sérgio, Arthur. E aos colegas que também colaboraram nas observações comportamentais, Wendel e Ronaldo, meus sinceros agradecimentos.

Agradeço especialmente a Vinicius Fonseca, pela amizade, e orientação desde a ideia até a conclusão desse trabalho. E também a sua esposa Priscila, pelo acolhimento.

Aos amigos e amigas de turma do PPGZ, pelo companheirismo, horas de estudo, e todos os momentos bons que partilhamos.

As amigas construídas nessa etapa do mestrado: Aianne, Renato, Raimundo, Ranny e também aos velhos amigos Thiago e Luciano pelas tantas vezes que fizeram papel de irmãos para mim.

As secretárias do PPGZ, Graça Medeiros e Mayara, pela amizade, companheirismo e atenção comigo.

Aos funcionários D. Carmem e Damião, pela atenção e cuidado, e as tantas horas de cafés e boas risadas.

É difícil lembrar de todas as pessoas, por isso agradeço a todos que estiveram presentes em algum momento dessa trajetória, de coração.

# TERMORREGULAÇÃO DE CORDEIROS F1 (DORPER X SANTA INÊS) EM AMBIENTE EQUATORIAL: COMPORTAMENTO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

## RESUMO

O propósito deste estudo foi responder aos seguintes questionamentos: Como o ambiente térmico radiante direciona as atividades comportamentais de ovinos mestiços manejados à pasto em ambiente equatorial semiárido? Qual nível de radiação motiva os animais cessarem o pastejo e buscarem sombra? Ademais, quando expostos à radiação, há preferência quanto à orientação azimutal dos animais? Doze cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês), sendo 6 com predominância de pelame preto e 6 com predominância de pelame branco e  $18 \pm 1,2$  kg de peso corporal foram distribuídos ao acaso em dois piquetes. Os animais foram manejados das 06:00 às 17:00h, registrando a duração em alimentação, ruminação, ócio, em pé, deitado, expostos ou protegidos da radiação solar, orientação corporal em relação à direção azimutal do sol. Foram mensuradas a frequência respiratória, temperatura da superfície do pelame e as variáveis meteorológicas (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa, velocidade e direção do vento). Utilizou-se o método dos mínimos quadrados para testar o efeito da predominância de coloração do pelame, classes de horário e radiação solar sobre as variáveis comportamentais e fisiológicas. Houve ( $P < 0,05$ ) variação no comportamento dos cordeiros das 06:00 às 16:00h, sendo o padrão dessas alterações semelhantes ( $P > 0,05$ ) para animais de pelame com predominância de malhas pretas e brancas. A partir das 9:00h, houve diminuição na duração de atividades de pastejo e os animais começaram a aumentar o tempo despendido na sombra, assim como também, ruminando, deitado e em ócio. Das 10:00 às 11:00h, os animais permaneceram na sombra por aproximadamente 70 % do tempo. Das 11:00h às 12:00h, o pastejo voltou a ser a principal atividade dos animais. Não houve ( $P > 0,05$ ) preferência quanto à orientação corporal em relação à direção azimutal do sol. Quando as variáveis comportamentais foram avaliadas como função das classes de radiação solar, tanto para cordeiros com predominância de malha preta quanto branca, não houve alteração ( $P > 0,05$ ) no padrão de comportamento dos animais. Não houve ( $P > 0,05$ ) diferença para a frequência respiratória para cordeiros com predominância de pelame branco e preto. Por outro lado, animais de pelame preto apresentaram maior média para temperatura de superfície em praticamente todos os horários avaliados. As atividades comportamentais de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) manejados a pasto foram direcionadas por um padrão circadiano, mediante as condições meteorológicas desse estudo. Níveis de radiação entre 600 e 700  $W.m^{-2}$  podem ter motivado cordeiros a cessarem o pastejo e buscarem sombra. Os animais não apresentam preferência quanto à orientação corporal (paralelo ou perpendicular) com relação à direção azimutal do sol.

**Palavras-chave:** Ambiente térmico radiante. Comportamento. Cordeiros.

# **THERMOREGULATION OF F1 LAMBS (DORPER X SANTA INÊS) MANAGED PASTURE IN EQUATORIAL ENVIRONMENT: BEHAVIOR AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES**

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to answer the following questions: How does the radiant thermal environment direct the behavioral activities of crossbred sheep managed in pasture in a semi-arid equatorial environment? What level of radiation causes animals to stop grazing and seek shade? Furthermore, when exposed to radiation, is there preference over the azimuthal orientation of the animals? Twelve F1 lambs (Dorper x Santa Inês) with predominance of black and white fur and  $18 \pm 1.2$  kg of body weight were randomly distributed in two pickets. The animals were managed from 06:00 to 17:00, recording the time spent feeding, rumination, leisure, standing, lying, exposed or protected from solar radiation, body orientation in relation to the sun's azimuth direction, respiratory rate and temperature of the surface of the pelt. The least squares method was used to test the effect of predominance of hair color, time classes and solar radiation on the behavioral and physiological variables. There was a variation ( $P < 0.05$ ) in lambs behavior from 06:00 to 16:00, the pattern of these changes being similar ( $P > 0.05$ ) for fur animals with predominance of black and white meshes. As of 9:00 am, there was a decrease in the time spent with grazing activities and the animals began to increase the time spent in the shade, as well as, ruminating, lying down and at leisure. From 10:00 am to 11:00 am, the animals remained in the shade for approximately 70% of the time. From 11:00 a.m. to 12:00 p.m., grazing again became the main activity of the animals. There was no preference ( $P > 0.05$ ) for body orientation in relation to the azimuthal direction of the sun. When the behavioral variables were evaluated as a function of the solar radiation classes, for lambs with predominance of black and white mesh, there was no change ( $P > 0.05$ ) in the pattern of behavior of the animals. There was no difference ( $P > 0.05$ ) in the respiratory rate for lambs with predominance of black and white fur. On the other hand, black-haired animals had a higher average surface temperature at practically all times evaluated. The behavioral activities of F1 lambs (Dorper x Santa Inês) managed to pasture were directed by a circadian pattern, using the meteorological conditions of this study. Radiation levels between 600 and 700 W.m<sup>-2</sup> may have motivated lambs to stop grazing and seek shade. Animals have no preference for body orientation (parallel or perpendicular) in relation to the azimuthal direction of the sun.

**Keywords:** Behavior. Lambs. Radiant thermal environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Layout da área experimental.....	20
Figura 2: Média ( $\pm$ EPM) por quadrados mínimos das variáveis meteorológicas – Temperatura Radiante Média ( $T_{RM}$ ; °C) ao sol e à sombra; Temperatura do Ar ( $T_A$ ; °C); Radiação Solar ( $R_S$ ; $W.m^{-2}$ ); Umidade Relativa do Ar ( $U_R$ ; %); Velocidade do Vento ( $V_V$ ; $m.s^{-1}$ ) e direção do vento ( $W_D$ ).....	24
Figura 3: Nível médio de radiação solar medidos nos cinco dias de avaliação.....	25
Figura 4: Bi-plot das classes de horários e comportamentos nos dois primeiros componentes principais.....	25
Figura 5: Média por quadrados mínimos ( $\pm$ EPM) para o percentual de tempo despendido em atividades de pastejo, ruminação, ócio e deitado de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) com predominância de pelame preto (P) e branco (B).....	26
Figura 6: Média por quadrados mínimos ( $\pm$ EPM) do tempo despendido pelos cordeiros na sombra e expostos a radiação solar.....	27
Figura 7: Média por quadrados mínimos ( $\pm$ EPM) para o tempo (min) que os animais permaneceram nas posições paralelo ou perpendicular com relação à direção azimutal do sol.....	27
Figura 8: Média por quadrados mínimos ( $\pm$ EPM) para o percentual de tempo despendido em atividades de pastejo, ruminação, ócio e deitado de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) com predominância de pelame preto (P) e branco (B) como função das classes de radiação solar.....	28
Figura 9: Média por quadrados mínimos ( $\pm$ EPM) das variáveis fisiológicas - Temperatura de superfície ( $T_s$ ; °C) e Frequência respiratória ( $F_R$ ; $resp.min^{-1}$ ) - de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês).....	29

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Descrição das variáveis comportamentais.....	21
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1. Produção de ovinos em ambiente tropical semiárido .....	13
2.2. Radiação solar em zonas tropicais.....	14
2.3. Comportamento termorregulatório .....	15
2.4. Equilíbrio térmico de pequenos ruminantes em ambientes quentes.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Animais, desenho experimental e manejo .....	18
3.2. Variáveis meteorológicas .....	18
3.3. Medidas comportamentais.....	19
3.4. Medidas fisiológicas.....	20
3.5. Análises estatísticas .....	21
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>
<b>8 APÊNDICE .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ambiente térmico, principalmente em condições de campo, é bastante complexo, uma vez que fatores como radiação, velocidade do vento, umidade e temperatura do ar modificam-se no tempo e no espaço. Essas variáveis interagem entre si e com diversas características dos organismos, de modo que a alteração de uma única variável ambiental pode alterar consideravelmente os fatores envolvidos no equilíbrio térmico dos animais (Silva, 1999; Silva, 2000).

Em regiões tropicais, são observados níveis de radiação solar elevados durante todo o ano (Silva et al., 2010), e este elemento climático é o componente do ambiente térmico de maior influência sobre o equilíbrio térmico dos animais. A principal diferença entre regiões tropicais e temperadas reside no ambiente térmico radiante: nas regiões intertropicais (entre os trópicos de Capricórnio e Câncer), a temperatura radiante média ( $T_{RM}$ ) é geralmente próxima ou superior à temperatura do ar ( $T_A$ ) e à temperatura corporal ( $T_R$ ), de modo que os animais ganham calor por radiação, exceto à noite. Em contraste, em regiões temperadas, nas épocas de temperaturas mais amenas, podem ocorrer perdas de calor por radiação (Silva et al., 2012).

Em condições tropicais, o comportamento aparece como ajuste primário, na tentativa dos animais manterem a temperatura corporal dentro de limites satisfatórios. Em regiões de latitudes elevadas, nas épocas mais quentes do ano, ovinos da raça Bighorn (*Ovis canadensis*) diminuem o tempo de atividade durante o dia, buscando áreas sombreadas (cavernas) para repousarem nos horários de maior carga térmica, desenvolvendo padrões de forrageamento crepuscular (Cain et al., 2008). Alterar o padrão de atividades diárias e de orientação corporal pode reduzir a energia radiante incidente na superfície do animal. Alguns autores (Finch et al., 1984; Maloney et al., 2005; Hetem et al., 20011) observaram o comportamento de orientação de animais, porém em regiões de clima temperado, onde o sol permanece em um ângulo de elevação muito menor quando comparado com regiões tropicais.

Quando os animais não são protegidos da radiação solar, o aumento na taxa respiratória é uma tentativa de aumentar a perda de calor latente e manter o equilíbrio térmico. Maia et al. (2015) avaliando Caprinos sem “Padrão Racial Definido” pretos e brancos selecionados em ambiente semiárido constataram que os animais pretos aumentaram a frequência respiratória de 55 a 120 resp.min<sup>-1</sup> e os brancos de 45 a 95 resp.min<sup>-1</sup>. E na sombra, houve um rápido aumento de 37 para 49 resp.min<sup>-1</sup>.

Na literatura, não há informações acerca dos níveis de radiação que motivem ovinos criados em regiões de clima semiárido buscarem sombra. Numa investigação com bovinos

holandeses manejados em ambiente tropical semiárido, Oliveira et al. (2014) verificaram que vacas procuravam sombra quando os níveis de radiação estavam entre 500 e 700 W m<sup>-2</sup>.

Assim, o propósito deste estudo foi responder os seguintes questionamentos:

- I) Como o ambiente térmico radiante direciona as atividades comportamentais de ovinos mestiços manejados a pasto em ambiente equatorial semiárido?
- II) Qual nível de radiação motiva os animais cessarem o pastejo e buscarem a sombra?
- III) Quando expostos a radiação, há preferência quanto à orientação azimutal dos animais?

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Produção de ovinos em ambiente tropical semiárido

Nas regiões semiáridas do Brasil, as ovelhas domésticas (*Ovis aries*) são criadas principalmente em sistemas extensivos, utilizando o bioma da Caatinga como principal fonte de alimentação (Selaive-Villarroel et al., 2008). Durante oito meses do ano, esta região experimenta uma estação seca em que a qualidade e disponibilidade de pastagens diminuem significativamente (Araújo et al., 2002; Pereira Filho et al., 2013). A precipitação média anual gira em torno de 700 mm, distribuídos em aproximadamente quatro meses, e a temperatura é alta durante o ano inteiro, com médias entre 23-28°C (Cezar et al., 2004). A elevada amplitude térmica diária é característica marcante dos climas áridos e semiáridos, podendo alcançar 25 °C (Lowe et al., 2001; Fonseca et al., 2014). Em adição, a carga térmica radiante é frequentemente muito elevada (Silva et al., 2003).

Nas zonas áridas e semiáridas do planeta, estão distribuídos os maiores rebanhos ovinos e caprinos. Esses pequenos ruminantes têm importante função social, pois contribuem para fixação do homem no campo e, devido características de rusticidade, sobrevivem em situações que para outras espécies domésticas seriam restritivas (Lima et al., 2014).

Segundo Bonagurio et al. (2003), é crescente a utilização do cruzamento entre raças como técnica para otimizar a produção, e o cruzamento de raças especializadas na produção de carne com as raças deslanadas pode apresentar vantagens em termos de adaptabilidade e melhoria na qualidade da carcaça (Bezerra et al 2011). Cezar et al (2004) afirmam que a raça Dorper pode ser utilizada em programas de cruzamentos com o rebanho Santa Inês naturalizado, desde que medidas de manejo sejam adotadas para minimizar o estresse por calor do turno vespertino.

A ovinocultura no nordeste brasileiro vem se destacando como uma atividade promissora, entretanto, alguns entraves precisam ser vencidos para que esta região consiga alcançar maiores produtividades (Cartaxo et al., 2015). A maioria dos ovinos é criada de forma extensiva, em pastagens com pouca ou nenhuma disponibilidade de sombra (Santos et al., 2011), onde os animais estão sujeitos as intempéries naturais como as condições climáticas e a escassez de alimentos, sendo agravantes em época seca, constantes no semiárido (Costa et al., 2014).

O ambiente é um dos principais fatores para o sucesso em um sistema de produção. Entender essa interação entre animal e ambiente é um ponto crucial quando se busca aperfeiçoar a atividade. Fatores climáticos, assim como a interferência sobre o comportamento e os

parâmetros fisiológicos dos animais são imprescindíveis para adequação do sistema de produção (Marai et al., 2007; Kazama et al., 2008).

## 2.2. Radiação solar em zonas tropicais

A quantidade de radiação solar que chega à superfície terrestre depende da latitude, horário e dia do ano. O máximo de radiação é recebido na linha do equador, na maior parte do ano. Há pouca diferença na intensidade de radiação solar ao longo do ano numa região equatorial, onde é mais elevada por ocasião dos equinócios de primavera (22 de setembro) e de outono (21 de março) (Silva, 2006).

Os raios solares atingem a Terra na faixa do equador com maior elevação média em relação ao plano do horizonte. Desse modo, os mesmos atravessam uma camada mínima de atmosfera antes de atingir a superfície terrestre. Porém, à medida que o local é mais afastado do equador, a altura do Sol sobre o horizonte se reduz e os raios solares percorrem um trajeto mais longo na atmosfera antes de chegar ao solo (Silva, 2006).

A região intertropical é a faixa entre os 23°27' de latitude sul (Trópico de Capricórnio) e 23°27' de latitude norte (Trópico de Câncer), na qual o Sol se posiciona no zênite, isto é, perpendicularmente sobre a superfície terrestre, em alguma época do ano. Devido a essa característica, as regiões nela localizadas – constituindo a maior parte do território brasileiro – são aquelas que apresentam maior intensidade de radiação solar. Nessas regiões, há necessidade de abrigo para os animais em campo aberto (Silva, 2006; Oliveira et al., 2014; Maia et al., 2015).

Em regiões tropicais, a temperatura radiante média ( $T_{RM}$ ) pode ser próxima ou maior que a temperatura da superfície corporal ( $T_S$ ) e a temperatura atmosférica ( $T_A$ ). As trocas térmicas por radiação entre animal e ambiente assumem grande importância, pois determina em muitos casos a diferença entre um ambiente confortável e outro intolerável. (Silva, 1999; Silva, 2000).

A alta radiação incidente nas regiões tropicais, em conjunto com altas temperaturas e umidade relativa do ar, são condições que geram o desconforto térmico e conseqüentemente, levam ao estresse térmico quando os animais se encontram em pastagens sem provimento de sombra (Neves et al., 2009). Assim, uma importante estratégia para minimizar o impacto da radiação solar seria a proteção dos animais contra a exposição direta ao sol, com uso de instalações adequadas providas de sombreamento natural ou artificial, oferecendo mais conforto e favorecendo a perda de calor e a homeotermia (Silva et al., 2013).

### 2.3. Comportamento termorregulatório

O comportamento oferece uma melhor compreensão sobre como os animais imediatamente lidam com as condições do ambiente (Broom e Fraser, 2010; Fonsêca et al., 2014). O homem modifica o ambiente que o animal vive e, em muitas ocasiões, impõe barreiras físicas, impedindo que eles expressem comportamentos naturais que sejam motivados, como o simples ato de procurar sombra ou abrigo. Portanto, é errôneo o pensamento de que, por serem populações adaptadas, caprinos e ovinos das zonas áridas e semiáridas possam ser manejados em condições de ambiente sem proteção da radiação solar. Na verdade, a adaptação expressa exatamente à plasticidade de resposta dessas populações frente aos desafios presentes no ambiente, e o comportamento, sem dúvida, é a principal delas (Fonseca, 2016).

Mudanças no padrão de atividades diárias e orientação corporal podem reduzir a carga de calor e minimizar as perdas de água por mecanismos evaporativos de resfriamento corporal de animais criados em regiões de elevada carga térmica radiante (Hetem et al., 2011). Os animais homeotérmicos apresentam uma série de estratégias de termorregulação, entre elas destacam-se os ajustes comportamentais e fisiológicos. Através do acompanhamento dessas respostas, é possível inferir a condição do animal em relação ao ambiente e como seu organismo modula respostas para adequar o metabolismo e controle da temperatura corporal de forma eficiente (Santos et al., 2011; Figueiredo et al., 2013).

Uma série de adaptações comportamentais foi desenvolvida pelas populações de ovinos no Semiárido. Isso é evidente quando esses ruminantes estão em pastejo, por ocasião do forrageio. Oliveira et al. (2013) observaram modificações no comportamento dos animais como forma de adaptação ou redução do estresse térmico, destacando-se: ingestão de alimentos e água, ruminação, ócio e procura por abrigos. Lima et al. (2014) avaliaram o comportamento e as respostas fisiológicas de ovinos a pasto no Semiárido e observaram que esses animais alteraram seu comportamento ingestivo, passaram a buscar sombra e permaneceram em ócio durante a maior parte do dia. De acordo com os autores, a redução da ingestão do alimento, ruminação e aumento da ingestão de água foram os principais desvios de comportamento nos animais que não tiveram acesso à sombra.

A atividade de ruminação ocupa um lugar importante nas atividades dos ovinos, sendo este comportamento influenciado pela natureza da dieta e manejo (Van Soest 1994). A maioria dos ruminantes passa mais de 50% do dia descansando e ruminando, podendo ser em pé ou deitado (Amaral et al., 2009).

A restrição das atividades diurnas para períodos em que reduzem a carga de calor diária e perda de água, assim como seleção de dieta, uso de microclimas, e orientação corporal são comportamentos comumente usados por ungulados, em ambientes de altas temperaturas, para manter a temperatura corporal e o balanço hídrico dentro de padrões normais (Sargeant et al., 1994; Cain et al., 2006).

A orientação corporal em relação à direção azimutal do sol pode alterar os custos energéticos com a termorregulação. Em ambientes quentes, os animais podem reduzir a área de superfície exposta à radiação solar, posicionando seu eixo corporal paralelo aos raios solares, minimizando a carga de calor (Hertem et al., 2011). Por outro lado, em ambientes frios, os propósitos dos animais se invertem para uma maior exposição da superfície corporal, direcionam seu eixo corporal perpendicular aos raios solares para otimizar a absorção de calor via radiação de ondas curtas (Finch et al., 1984; Keren e Olson, 2006a, 2006b, 2007). Animais absorvem maior quantidade de calor posicionando seu eixo corporal na direção perpendicular ao feixe de radiação (Maloney et al., 2005; Hetem et al., 2011).

#### 2.4. Equilíbrio térmico de pequenos ruminantes em ambientes quentes

Nos animais endotérmicos, os mecanismos de termorregulação ou de controle da temperatura encarregam-se de manter certa estabilidade na temperatura do núcleo corporal, apesar das oscilações na temperatura ambiente. As trocas de energia térmica do animal com o ambiente são realizadas na forma de calor sensível, através da condução, convecção e radiação, e na forma de calor latente por evaporação cutânea e respiratória. As perdas de calor sensível são reguladas pelo gradiente de temperatura enquanto que aquelas por evaporação são controladas pelo gradiente de pressão de vapor (Silva, 2000a; Maia et al., 2005a).

Sob elevadas temperaturas e intensa radiação solar, condições prevalentes em ambiente equatorial semiárido, mecanismos sensíveis de termólise utilizados pelos animais, tais como condução, convecção e radiação se tornam ineficazes, visto que dependem diretamente da temperatura do ar e temperatura radiante média; portanto, sob estas condições, passam a ser mecanismos de ganho de energia térmica (Silva & Starling, 2003; Maia et al., 2005; Silva et al., 2013;). A habilidade do animal lidar com ambiente de elevada carga térmica é proporcional à sua capacidade de dissipar calor por evaporação na superfície cutânea (Finch et al., 1982; McLean, 1963; Maia et al., 2005a) ou pelo sistema respiratório (Stevens 1981; Maia et al., 2005b).

A dissipação de calor latente depende do gradiente de pressão de vapor da água presente no meio, já que a energia térmica é transferida através da difusão de moléculas sem alteração

da sua temperatura. A perda de calor latente por meio da evaporação pode ocorrer por dois processos: por meio da superfície da epiderme e do trato respiratório, caracterizando a evaporação cutânea e respiratória, respectivamente (Silva, 2000a). É sabido que a perda de calor por evaporação em bovinos e ovinos ocorre principalmente na epiderme, respondendo por, aproximadamente, 80% da perda total (McLean, 1963; Silva e Starling, 2003; Maia et al., 2005a)

De acordo com os resultados de Fonsêca et al. (2016), trabalhando com ovelhas da raça Morada Nova, numa temperatura do ar acima de 36°C, a taxa de evaporação pelo trato respiratório foi de 9 W.m<sup>-2</sup> e a transferência de calor sensível passou a ser insignificante; considerando uma taxa metabólica de 45 W.m<sup>-2</sup>, os 36 W.m<sup>-2</sup> restantes devem ser eliminados através da evaporação cutânea. Em termos percentuais, esse valor pode representar 80% do total de calor latente eliminado para o ambiente. Maia et al. (2016), em estudo com cabras Anglo Nubiano em ambiente controlado, encontraram percentual semelhante para evaporação cutânea quando a temperatura do ar ultrapassou 31°C.

Sabe-se que a proporção de transferência de calor pelas vias sensíveis e latentes é controlado, substancialmente, pelas condições ambientais, sendo a temperatura, a pressão de vapor e a radiação solar os agentes que exercem maiores influências térmicas sobre os animais (Santos, 2015). Finch (1985) aponta que sob temperaturas ambientais demasiadamente elevadas o equilíbrio térmico dificilmente pode ser atingido e, nestas circunstâncias, o calor em excesso pode ser armazenado nos tecidos corporais. Portanto, animais adaptados permitem que sua temperatura corporal se eleve durante o dia, quando chega à noite, momento que as temperaturas ambientais estão mais amenas, esse calor estocado é eliminado (Silva, 2000a).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pela Comissão de ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo n° 108/2017). O estudo foi conduzido na Estação Experimental Benjamin Maranhão, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, localizada no município de Tacima-PB (6°S, 35°W, 188 m altitude), no período de outubro a novembro de 2016.

#### 3.1. Animais, desenho experimental e manejo

Doze cordeiros F1 Dorper x Santa Inês com predominância de pelame preto (n = 6; malha preta > 70%) e branco (n = 6; malha branca > 70%),  $18 \pm 1,2$  kg de peso corporal foram distribuídos ao acaso (grupos de seis) em dois piquetes de 0,8 hectares com *Panicum maximum* cv. Aruana durante cinco dias. O pasto estava em período de transição. A proporção de malhas pretas e brancas na área de superfície corporal foi determinada diretamente por avaliação visual em ambos os lados de cada animal conforme descrito por Maia et al. (2003). Os cordeiros foram manejados das 06:00h às 17:00h. Água e suplementação mineral foram fornecidas *ad libitum*. Ambos os piquetes possuíam disponibilidade de sombra natural (*Ziziphus joazeiro*) com área de aproximadamente  $1 \text{ m}^2$  por animal, calculada para árvores de copa esférica conforme Silva (2006).

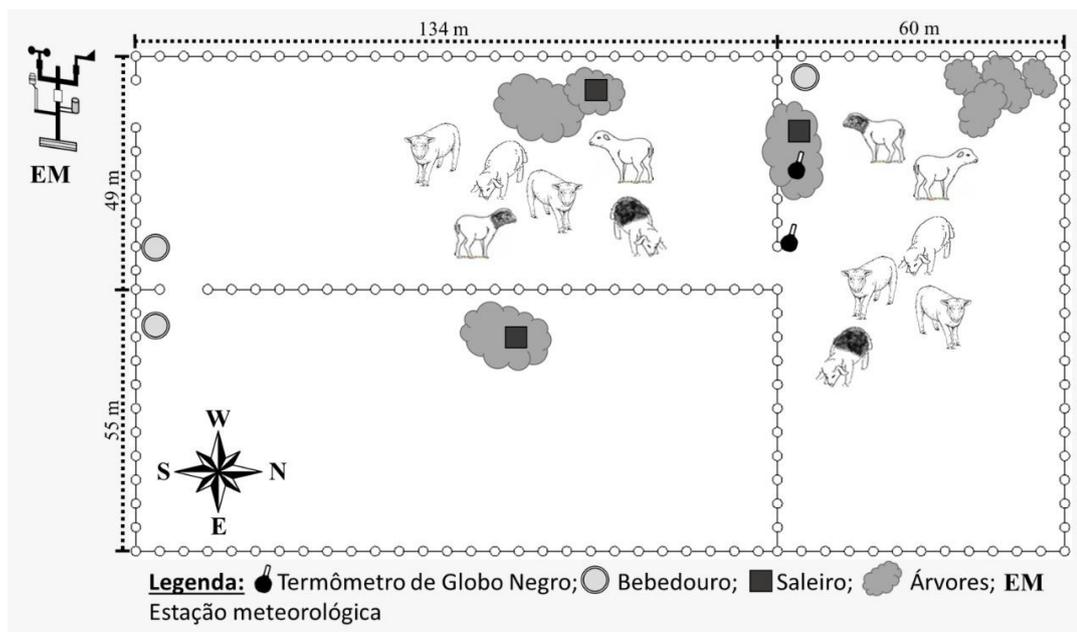


Figura 1 - Layout da área experimental

#### 3.2. Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas temperatura do ar ( $T_{ar}$ ; °C), umidade relativa ( $U_R$ ; %),

radiação solar ( $R_s$ ;  $W\ m^{-2}$ ;  $\lambda = 0,300$  a  $3,6\ \mu m$ ), velocidade do vento ( $U$ ;  $m.s^{-1}$ ) foram registradas em intervalos regulares de um segundo por meio de uma estação meteorológica portátil (Onset, Hobo  $U30$  - NRC), posicionada próxima aos piquetes (Figura 1). Além disso, foram instalados globos negros para aferir a temperatura de globo negro na ao sol ( $T_{g_{sol}}$ ) e à sombra ( $T_{g_{sombra}}$ ). De posse desses dados, foi calculada a temperatura radiante média ao sol ( $TRM_{sol}$ ) e à sombra ( $TRM_{sombra}$ ), pela fórmula proposta por Silva et. al. (2010):

$$T_{RM} = \left[ \frac{hg(T_g - T_a) + \epsilon_g \sigma T_g^4}{\epsilon_g \sigma} \right]^{\frac{1}{4}}$$

Onde,  $T_g$  e  $T_a$  são as temperaturas do globo negro e do ar, respectivamente. A emissividade do globo ( $\epsilon_g$ ) é 0,95 e a constante de Stefan-Boltzmann ( $\sigma$ ) é  $5,67051 \times 10^{-8}\ W.m^{-2}.K^{-4}$  e  $hg$  é o coeficiente de convecção do globo ( $W.m^{-2}.K^{-1}$ ):

$$hg = \frac{KNu}{d_g}$$

onde,  $K$  é a condutividade térmica do ar ( $W.m^{-1}.K^{-1}$ ),  $Nu$  é o número adimensional de Nusselt e  $d_g$  é a dimensão característica do globo (m).

### 3.3. Medidas comportamentais

O tempo despendido pelos cordeiros em alimentação, ruminação, ócio, em pé, deitado, expostos ou protegidos da radiação solar, orientação corporal em relação à direção azimutal do sol foi registrado de forma direta, contínua e por amostragem animal focal (Martin e Bateson, 1993) das 06:00h às 17:00h (Tabela 1). A orientação dos animais foi registrada apenas quando os animais estavam expostos à radiação solar. Antes do início das avaliações, oito pessoas foram submetidas a um teste de confiabilidade com intuito de alcançar correlação das medidas comportamentais quantificadas entre os observadores de aproximadamente 95% (Fonsêca et al., 2014).

Tabela 1 – Descrição das variáveis comportamentais de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) a pasto.

<b>Comportamento</b>	<b>Descrição</b>
<i>Comportamento ingestivo</i>	
Pastejando	Cordeiros com a cabeça direcionada para o solo, procurando forragem ou era possível visualizar a apreensão da forragem pelo animal.

Ruminação	Tempo referente ao processo de regurgitação, remastigação e deglutição do bolo alimentar.
Ócio	Cordeiros sem executar atividades relacionadas ao comportamento ingestivo (ausência de pastejo e ruminação).

---

#### *Localização*

---

Sol	Cordeiros expostos à radiação solar direta.
Sombra	Animal à sombra (área do espaço não percorrida por um feixe de radiação).

---

#### *Postura*

---

Em pé	Cordeiros com peso corporal suportado sobre os quatro membros.
Deitado	Quando pelo menos metade do flanco do animal estava em contato com o solo.

Orientação do animal em relação à direção azimutal do sol	Mediante definição do norte magnético na área de avaliação, foi considerado o arcs de 0° e 180° como animal orientado paralelo à direção azimutal do sol, enquanto que 90° e 270° como orientação perpendicular à direção azimutal do sol.
---	--

---

### 3.4. Medidas fisiológicas

A frequência respiratória ( $F_R$ ;  $\text{resp. min}^{-1}$ ) e a temperatura de superfície do pelame ( $T_S$ ; °C) foram mensuradas em todos os animais das 06:00h às 16:00h, em intervalos de uma hora. Para isso, os animais passaram por um período de habituação (3 dias) a presença dos observadores e a colheita dessas medidas.

A frequência respiratória foi aferida pela observação do número de movimentos do flanco do animal, com auxílio de um cronômetro digital durante quinze segundos. Após, os valores encontrados multiplicados por quatro para obtenção do número de movimentos respiratórios por minuto ( $\text{res. min}^{-1}$ ). A temperatura de superfície do pelame foi medida por meio de um termômetro de infravermelho de mira à laser digital (modelo Fluke 568<sup>®</sup>), em todos os animais, na região do costado direito do animal numa distância de aproximadamente 2 metros. As medidas foram realizadas apenas quando os animais estavam expostos à radiação solar. Para animais com predominância de malhas pretas, tomou-se o cuidado das medidas da  $T_S$  serem tomadas apenas nas regiões de pelame preto, assim como também, para os animais com

predominância de malhas brancas.

### 3.5. Análises estatísticas

Os dados de radiação solar foram divididos em cinco classes (Classe 1 =  $R_s \leq 200$ ; classe 2 =  $200 < R_s \leq 400$ ; classe 3 =  $400 < R_s \leq 600$ ; classe 4 =  $600 < R_s \leq 800$ ; classe 5 =  $R_s > 800 \text{ W m}^{-2}$ ) para serem utilizados como fator fixo na determinação dos efeitos da radiação solar sobre o comportamento dos animais.

Com base no percentual de tempo despendido por cordeiros com predominância de malhas pretas e brancas para as atividades comportamentais, uma análise exploratória por componentes principais foi realizada para verificar padrões de dissimilaridade nas diferentes classes de horários (06:00h...,16:00h).. Pela matriz de correlação das variáveis, as classes de horários foram separadas nos dois primeiros componentes principais (CP<sub>1</sub> e CP<sub>2</sub>) utilizando o critério de Kaiser. O primeiro componente principal foi responsável por expressar 97,16 % da variância original de todas as variáveis.

Foi testada a normalidade dos resíduos para as variáveis fisiológicas e comportamentais. Nas análises confirmatórias utilizou-se o método dos mínimos quadrados para testar o efeito da predominância de coloração do pelame, classes de horário e radiação solar sobre as variáveis comportamentais e fisiológicas conforme modelo:

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + P_j + H_l + (PH)_{jl} + H(D)_{jk} + R_m + (PR)_{jm} + e_{ijklmn}$$

em que  $Y_{ijklmn}$  é a n-ésima medida das variáveis comportamentais e fisiológicas observadas no i-ésimo animal com a j-ésima predominância de coloração do pelame, na l-ésima hora do dia e m-ésima classe de radiação solar.  $A_i$  é o efeito aleatório do i-ésimo animal ( $i = 1,2,3,\dots,12$ );  $P_j$  é o efeito fixo da j-ésima coloração do pelame ( $j =$  predominância de malhas pretas e brancas);  $(PH)_{jl}$  é o efeito da interação coloração do pelame e hora do dia;  $H(D)_{jk}$  é o efeito das classes de horário dentro dos dias de avaliação;  $R_m$  é o efeito fixo da m-ésima classe de radiação ( $m =$  classe 1...., classe 5);  $(PR)_{jm}$  é o efeito da interação coloração do pelame e classes de radiação;  $\mu$  e  $e_{ijklmn}$  são a média geral e o resíduo, respectivamente.

Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico SAS (versão 9.2; 2009).

#### 4 RESULTADOS

A distribuição das variáveis meteorológicas nos cinco dias de avaliação encontra-se na Figura 2. Níveis de radiação solar ( $R_S$ ;  $W.m^{-2}$ ) apresentaram amplitude média diária de  $736,43 W.m^{-2}$  (Faixa:  $66,72 \pm 8,02$  a  $803,15 \pm 6,58 W.m^{-2}$ ); a partir de 09:00h, observou-se valor médio maior que  $600 W.m^{-2}$ , com pico às 10:00h, quando o sol já estava próximo do zênite. Em alguns dias de avaliação, níveis de radiação acima de  $500 W.m^{-2}$  foram observados às 08:00h (Figura 3). Padrão semelhante foi constatado para temperatura do ar, contudo, valores máximos ( $34,45 \pm 0,02 ^\circ C$ ) foram observados às 12:00h. A temperatura radiante média ( $T_{RM}$ ;  $^\circ C$ ) variou de  $32,61 \pm 1,03$  a  $45,10 \pm 1,19$  e  $51,43 \pm 1,01$  a  $83,42 \pm 1,23$  calculada à sombra e ao sol, respectivamente. A umidade relativa do ar ( $U_R$ ; %) variou de  $41,43 \pm 0,35$  a  $77,48 \pm 0,37$  %, com valores mais elevados nas primeiras horas do dia. Deslocamentos atmosféricos ( $U$ ;  $m.s^{-1}$ ) estiveram entre  $2,99 \pm 0,01$  e  $4,39 \pm 0,03 m.s^{-1}$ , possuindo direção predominante a oeste.

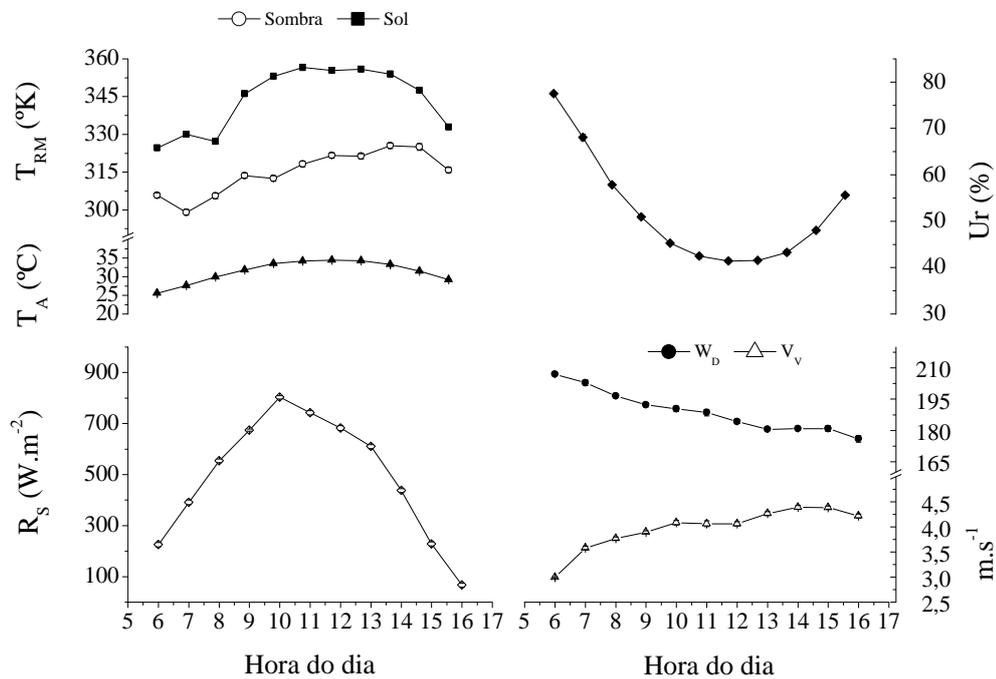


Figura 2: Média ( $\pm$  EPM) por quadrados mínimos das variáveis meteorológicas – Temperatura Radiante Média ( $T_{RM}$ ;  $^\circ C$ ) ao sol e à sombra; Temperatura do Ar ( $T_A$ ;  $^\circ C$ ); Radiação Solar ( $R_S$ ;  $W.m^{-2}$ ); Umidade Relativa do Ar ( $U_R$ ; %); Velocidade do Vento ( $V_V$ ;  $m.s^{-1}$ ) e direção do vento ( $W_D$ ), no município de Tacima-PB.

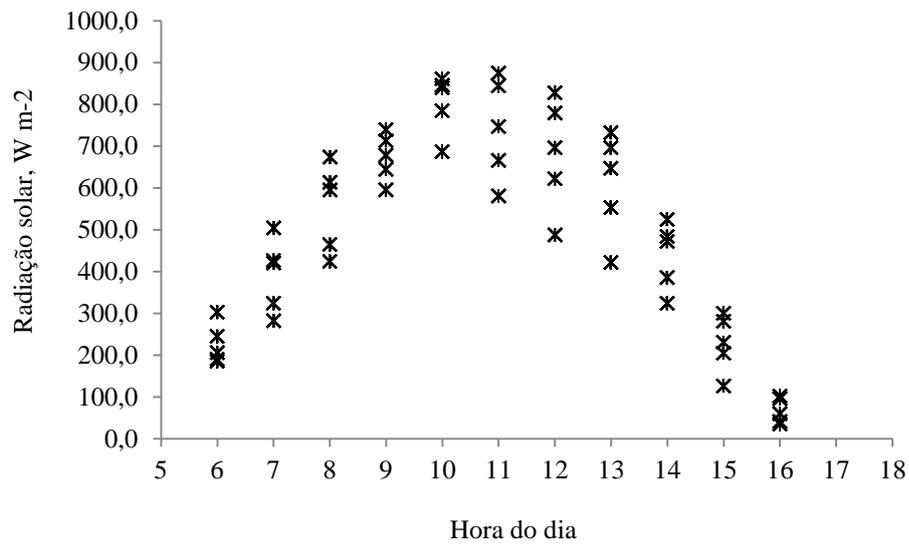


Figura 3: Nível médio de radiação solar medidos nos cinco dias de avaliação, no município de Tacima-PB.

Grupos de horários foram separados nos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2; Figura 4). Nas classes de horários correspondentes ao primeiro grupo, os tempos despendidos na sombra, deitado e ruminando foram positivamente correlacionados ( $r > 0,9$ ). Tais resultados deixam claro que em horários de maior carga térmica radiante, animais são motivados a realizarem atividades de descanso e ruminação quando estão protegidos da radiação solar direta.

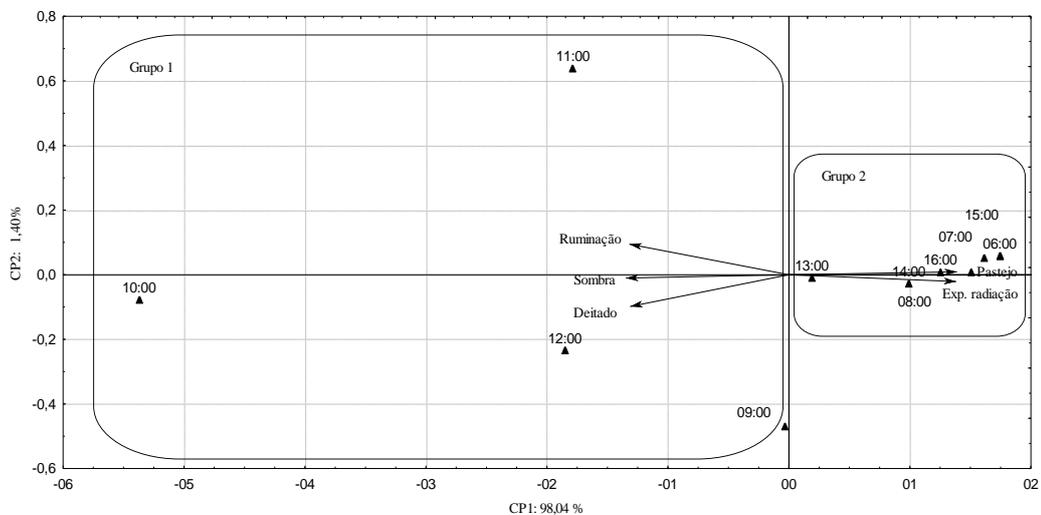


Figura 4: Bi-plot das classes de horários e comportamentos nos dois primeiros componentes principais.

Por meio da análise confirmatória dos dados (Figura 5 e 6), houve ( $P < 0,05$ ) variação

no comportamento dos cordeiros das 06:00 às 16:00h, sendo o padrão dessas alterações semelhantes ( $P > 0,05$ ) para animais de pelame com predominância de malhas pretas e brancas. De um modo geral, o tempo gasto pelos animais na sombra começou a aumentar às 09:00h, sendo maior ( $P < 0,05$ ) às 10:00h. Por outro lado, das 06:00 às 08:00h e 15:00 às 17:00h, cordeiros praticamente não procuraram sombra. Nas primeiras horas do dia (06:00 às 08:00h) os animais passaram aproximadamente 98% do tempo pastejando (Figura 5). A partir das 9:00h, houve diminuição no tempo despendido com atividades de pastejo; nesse momento, os animais começaram a aumentar o tempo gasto na sombra, assim como também, ruminando, deitado e em ócio. Das 10:00 às 11:00h, os animais permaneceram na sombra por aproximadamente 70 % do tempo. No entanto, mesmo sob níveis elevados de radiação solar, das 11:00h às 12:00h, o pastejo voltou a ser a principal atividade dos animais (aproximadamente 60% do tempo), chegando a 80% do tempo às 13:00h. Nesse intervalo os níveis de radiação estiveram entre 600 e 800  $W m^{-2}$  (Figura 3). Quando os animais estavam expostos à radiação, não houve ( $P > 0,05$ ) preferência quanto à orientação corporal (paralelo ou perpendicular) em relação à direção azimutal do sol.

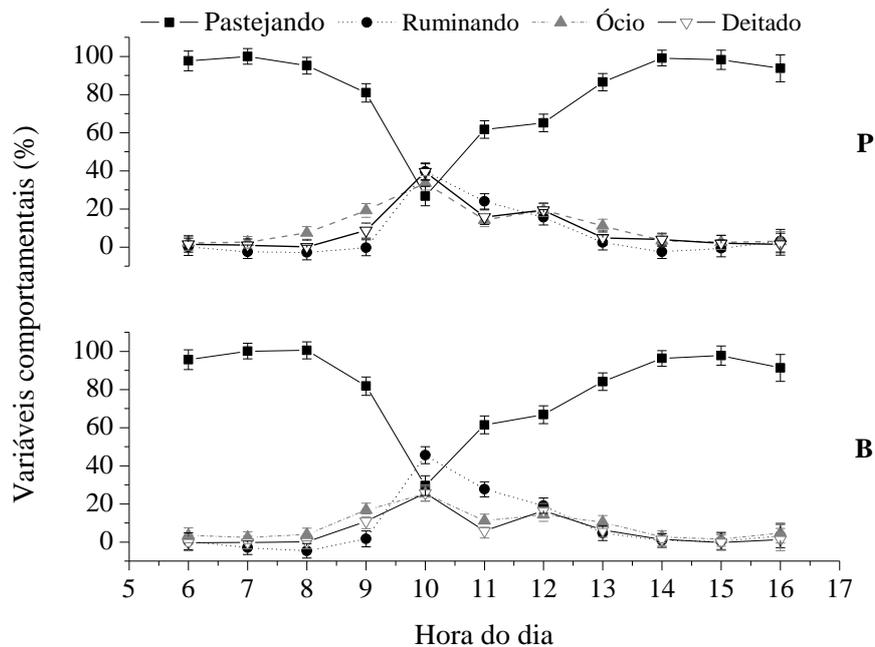


Figura 5: Média por quadrados mínimos ( $\pm$  EPM) para o percentual de tempo despendido em atividades de pastejo, ruminção, ócio e deitado de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) com predominância de pelame preto (P) e branco (B).

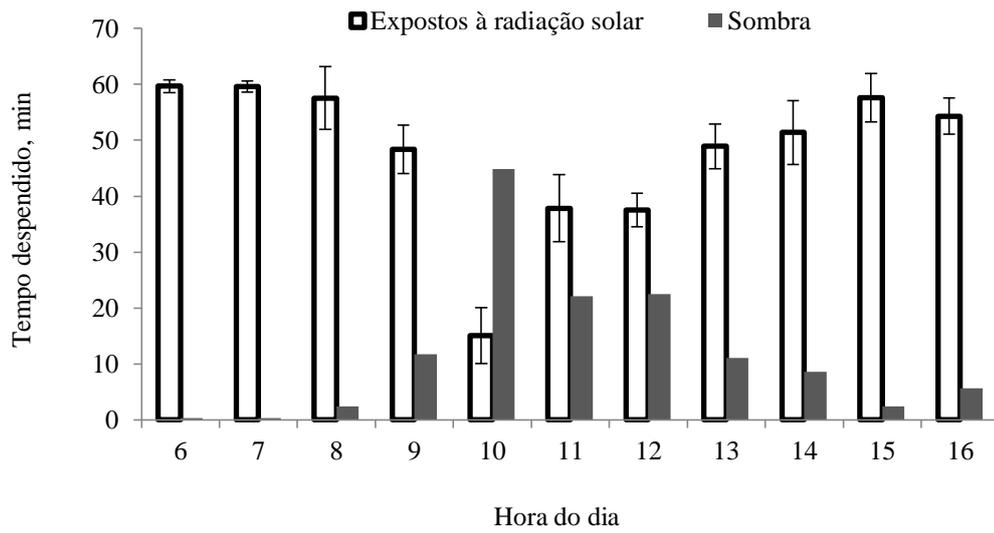


Figura 6: Média por quadrados mínimos ( $\pm$  EPM) do tempo despendido pelos cordeiros na sombra e expostos a radiação solar.

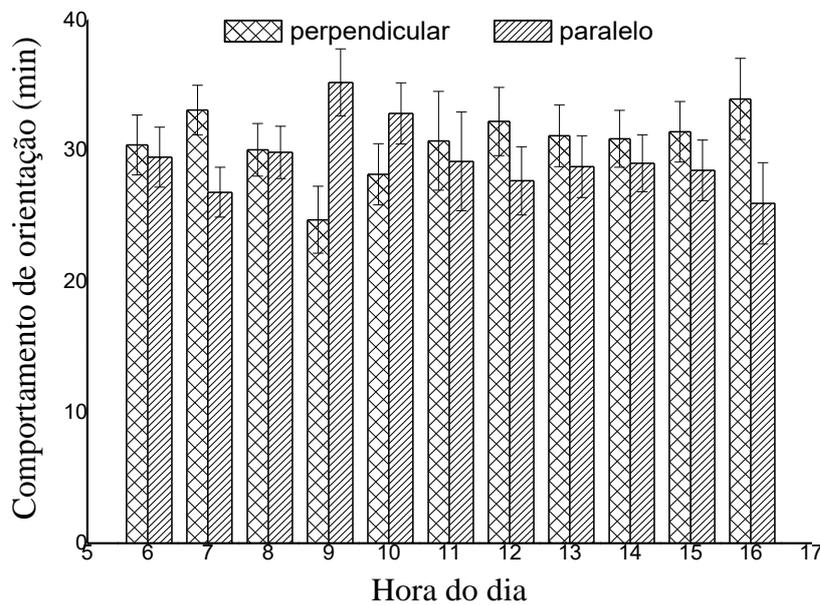


Figura 7: Média por quadrados mínimos ( $\pm$  EPM) para o tempo (min) que os animais permaneceram nas posições paralelo ou perpendicular com relação a direção azimutal do sol.

Quando as variáveis comportamentais foram avaliadas como função das classes de radiação solar, tanto para cordeiros com predominância de malha preta e branca, não houve alteração ( $P > 0,05$ ) no padrão de comportamento dos animais. Cordeiros passaram em média 82% do tempo pastando e em média 18% na sombra e em atividades de ruminação e ócio.

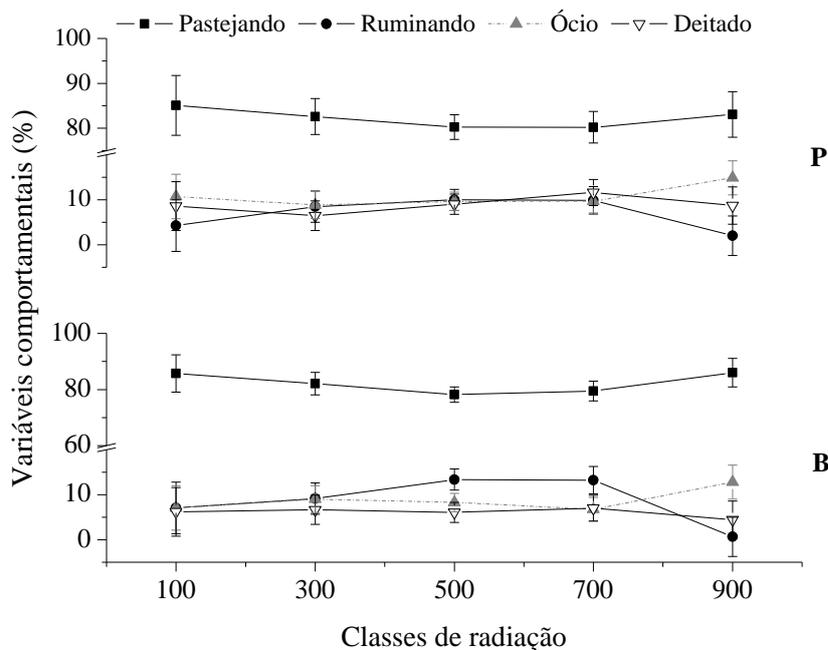


Figura 8: Média por quadrados mínimos ( $\pm$  EPM) para o percentual de tempo despendido em atividades de pastejo, ruminação, ócio e deitado de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) com predominância de pelame preto (P) e branco (B) como função das classes de radiação solar.

As médias de temperatura de superfície ( $T_s$ ; °C) e frequência respiratória ( $F_R$ ; resp.min<sup>-1</sup>) ao longo das horas do dia estão representadas na figura 9. Não houve ( $P > 0,05$ ) diferença para a frequência respiratória, variando de  $15,60 \pm 5,18$  à  $99,13 \pm 4,23$  e de  $16,71 \pm 5,42$  à  $86,95 \pm 4,45$  para cordeiros com predominância de pelame branco e preto, respectivamente. Por outro lado, animais de pelame preto apresentaram maior média para temperatura de superfície em praticamente todos os horários avaliados; valores de  $T_s$  variaram de  $32,48 \pm 1,16$  à  $40,03 \pm 1,05$  e de  $32,80 \pm 4,16$  à  $44,85 \pm 1,43$  para cordeiros de pelame branco e preto, respectivamente.

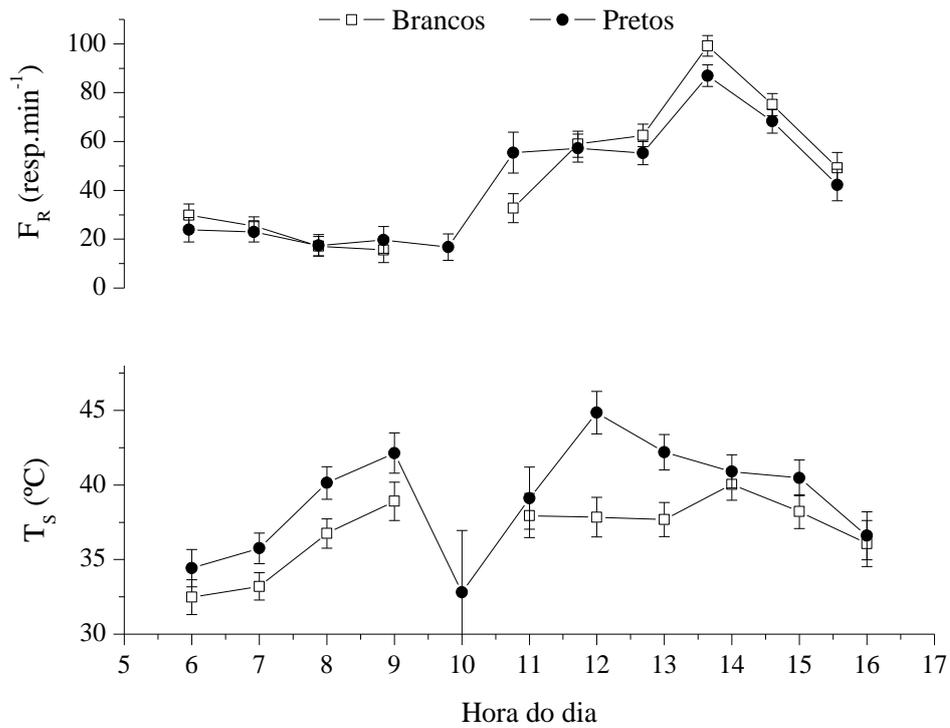


Figura 9: Média por quadrados mínimos ( $\pm$  EPM) das variáveis fisiológicas - Temperatura de superfície ( $T_s$ ;  $^{\circ}\text{C}$ ) e Frequência respiratória ( $F_R$ ;  $\text{resp. min}^{-1}$ ) - de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês).

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou elucidar questões relacionadas a influência do ambiente térmico radiante sobre ovinos mestiços manejados a pasto em ambiente equatorial semiárido. Nossos resultados mostram que o tempo gasto pelos animais na sombra começou a aumentar quando a  $T_{RM}$  atingiu  $73^{\circ}\text{C}$  e radiação  $600 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  (09:00h); nessas condições, os cordeiros diminuíram o tempo despendido com atividades de pastejo e começaram a aumentar o tempo gasto na sombra, assim como também, ruminando, deitado e em ócio. No entanto, das 11:00h às 12:00h, o pastejo voltou a ser a principal atividade dos animais (aproximadamente 60% do tempo), chegando a 80% do tempo às 13:00h. Os animais expostos à radiação, não apresentaram preferência quanto à orientação corporal (paralelo ou perpendicular) em relação à direção azimutal do sol.

Os resultados desse experimento nos mostram que a reação inicial dos animais ocorreu de forma similar, independente da coloração do pelame. As propriedades termofísicas do pelame não foram determinadas nesse estudo, deixando claro que a coloração do pelame não é suficiente para afirmar sobre a tolerância dos animais a uma determinada condição de ambiente, visto que não foram encontradas diferenças de comportamento entre animais pretos e brancos.

Curtis (1983) afirma que em situações de clima quente, ovinos tendem a apresentar picos breves de pastejo após o nascer do sol e antes do sol poente, além disso, aumentam a proporção de pastejo noturno. No entanto, os elementos climáticos como a radiação solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar influenciam o ritmo de pastejo dos ovinos (Albright, 1993). Nas condições experimentais do presente estudo, os cordeiros determinaram um padrão circadiano para suas atividades de pastejo, ruminação e ócio. Durante todo o dia, o pastejo foi a principal atividade desses animais, possivelmente para compensar a menor disponibilidade e qualidade do pasto, pois cordeiros em crescimento apresentam uma elevada exigência nutricional (Ribeiro et al., 2013). De acordo com Ferreira et al (2012) quando as pastagens secam, perdem a qualidade, apresentando maior proporção de material fibroso e, com isso, se tornam de menor valor nutritivo. Mesmo ingerindo grande volume de matéria seca, algumas exigências nutricionais não são plenamente atendidas.

Existe um custo para esses animais conseguirem manter alta taxa de pastejo; foi observado aumento na frequência respiratória ( $15$  a  $99 \text{ resp}\cdot\text{min}^{-1}$ ), possivelmente pela maior exposição as condições ambientais nos horários mais críticos (11:00 às 14:00h). Os ovinos apresentam taxa de respiração basal cerca de  $25$  a  $30 \text{ resp}\cdot\text{min}^{-1}$ . Contudo, quando submetidos à alta carga de radiação solar, chegam a atingir uma frequência respiratória de até  $300 \text{ resp}\cdot\text{min}^{-1}$ .

<sup>1</sup> em condições extremas de estresse (Terrill et al 1991). O aumento da frequência respiratória pode evidenciar se o animal está em um ambiente desconfortável. A taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 resp.min<sup>-1</sup> caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; sendo que, quando a frequência respiratória ultrapassa 200 resp.min<sup>-1</sup> o estresse pelo calor é considerado severo (Silanikove, 2000). É importante ressaltar que existe uma dificuldade na coleta desse dado a campo, pois é necessária uma aproximação dos animais, e estes tem bastante espaço para se deslocar. É preciso que os animais estejam habituados a presença do observador, e que o mesmo tenha cautela nessa aproximação.

Quanto à temperatura de superfície do pelame, nesse estudo, animais de pelame preto apresentaram maior média em praticamente todos os horários. Uma capa de pelame com pigmentação escura apresenta maior absorção para a radiação solar de ondas curtas e, portanto, armazena maior quantidade de energia térmica que uma de coloração clara, que apresenta maior refletividade (Silva et al., 2001; Veríssimo et al., 2009). Essa característica absorptiva reflete no aumento da temperatura de superfície dos animais de pelame de cor predominantemente preta em relação aos de cor branca (Façanha et al., 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Façanha et al. (2010), ao estudar características do pelame de vacas Holandesas no semiárido, verificaram que a temperatura superficial de vacas de pelame branco foi menor ( $34,05 \pm 0,073^{\circ}\text{C}$ ) que a apresentada por vacas de pelame preto ( $37,77 \pm 0,073^{\circ}\text{C}$ ). Santos (2015) investigando temperatura de superfície de vacas leiteiras em ambiente tropical encontrou valores de  $35,49 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$  e  $35,05 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$  para vacas pretas e brancas, respectivamente.

Em regiões tropicais, a radiação solar é um dos principais agentes motivacionais dos comportamentos termorregulatórios dos animais. No referido estudo, níveis de radiação entre 600 e 700 W.m<sup>-2</sup> podem ter motivado os animais a cessarem o pastejo e buscarem sombra, principalmente, nos horários de 09:00 às 12:00h. No semiárido do Brasil, vacas holandesas mantidas a pasto foram motivadas a cessarem o pastejo e buscarem a sombra quando os níveis de radiação solar estavam no intervalo de 500 a 700 W.m<sup>-2</sup> (Oliveira et al., 2014); esses níveis de radiação foram observados às 08:00h da manhã. Tais condições deixam claro a importância do sombreamento nestas regiões.

Na impossibilidade de acesso à sombra, estratégias como mudanças contínuas na orientação do corpo são comportamentos comumente utilizados por ruminantes criados em regiões áridas para manutenção da temperatura corporal (Maloney et al., 2005; Cain et al., 2006). No presente estudo, observaram-se níveis de radiação elevados (acima de 600 W.m<sup>-2</sup>) a partir das 08:00h, no entanto, não foi observado preferência dos cordeiros quanto à orientação

corporal (paralelo ou perpendicular) com relação à direção azimutal do sol. Esses resultados são pertinentes, devido à característica da fonte de radiação, que se encontra em um ângulo de elevação maior que muitas regiões onde foram encontrados resultados diferentes. Estudos mostraram que ao longo do dia, animais podem ajustar-se em relação à posição do sol e direção do vento, principalmente, no intuito de aumentar ou diminuir a carga térmica que incide na superfície do pelame e otimizar a transferência de calor por convecção (Kennedy e Day, 1989; Maloney et al., 2005; Keren e Olson, 2007; Hetem et al., 2011). Até o presente momento, estudos que investigam o comportamento de orientação de ovinos em regiões tropicais não foram desenvolvidos, sendo encontrados estudos preliminares com bovinos leiteiros (Santos, 2015).

Por fim, esses achados podem ser úteis para os produtores de ovinos em ambiente equatorial. Estratégias de manejo, como a alteração nos horários desses animais no pasto, levando para os piquetes mais cedo e prendendo mais tarde, podem melhorar o desempenho desses animais, pois terão um melhor aproveitamento do pasto a um menor custo com a termorregulação. Além disso, deve haver disponibilidade de sombra (natural ou artificial) para garantir a performance dos animais.

## 6 CONCLUSÕES

- As atividades comportamentais de cordeiros F1 (Dorper x Santa Inês) manejados a pasto foram direcionadas por um padrão circadiano, mediante as condições meteorológicas desse estudo.
- Nesse estudo, níveis de radiação entre 600 e 700 W.m<sup>-2</sup> podem ter motivado cordeiros a cessarem o pastejo e buscarem sombra.
- Cordeiros não apresentam preferência quanto à orientação corporal (paralelo ou perpendicular) com relação à direção azimutal do sol.

## 7 REFERÊNCIAS

- Albright, JL. Nutrition, feeding and calves: feeding behaviour of dairy cattle. *Journal Dairy Science*, Madison, v.76, p.485-498, 1993.
- Almeida EML (2006) Avaliação de parâmetros de desempenho, fisiológicos de ovinos machos castrados Santa Inês em pastagem com e sem sombreamento. Dissertação, Universidade estadual do sudoeste da Bahia.
- Amaral DF, Barbosa OR, Gasparino E, Akimoto LS, Lourenço FJ, Santello GA (2009) Efeito da suplementação alimentar nas respostas fisiológicas, hormonais e sanguíneas de ovelhas Santa Inês, Ile de France e Texel. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 31:403-410.
- Andrade IS, Souza BB, Pereira Filho JM, Silva AMA (2007) Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. *Ciência e Agrotecnologia* 31:540-547.
- Araújo Filho JA (2002) Histórico do uso dos solos da caatinga. In: ARAÚJO, Q. R. 500 anos de uso do solo no Brasil. Bahia: UESC, p.329-338.
- Bernabucci U, Lacetera N, Danieli PP, Bani P, Nardone A, Ronchi B (2009) Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. *Internacional Journal of Biometeorology* 53:387–395.
- Bezerra WMAX, Souza BB, Sousa WH, Cunha MGG, Benicio TMA (2011) Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. *Revista Caatinga* 24:130-136.
- Bonagurio S, Pérez JRO, Garcia IFF, Bressan MC, Lemos ALSC (2003) Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1981-1991.
- Broom, D. M.; Fraser, A. F. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. Manole São Paulo 4. ed. p. 452 , 2010.
- Cain JW, Jansen BD, Wilson RR, Krausman PR (2008) Potential thermoregulatory advantages of shade use by desert bighorn sheep. *Journal of Arid Environments* 72(8): 1518-1525.
- Cain, JW, Krausman PR, Rosenstock SS, Turner JC (2006) Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Society Bulletin* 34: 570-581.

Cartaxo FQ, Sousa WH, Cezar MF, Cunha MGG, Viana JA, Batista ACS, Freitas FF, Almeida GHO (2015) Desempenho de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. Anais do X Ccongresso Nordestino de Produção Animal.

Cezar MF, Souza BB, Souza WH, Pimenta Filho EC, Tavares GP, Medeiros GX (2004) Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. Ciência e Agrotecnologia 28(3): 614-620.

Costa JHS, Palmeira FQQG, Silva RTS, Furtado DA, Dantas RT, Santos LFD (2014) Caracterização do ambiente térmico e adaptabilidade de reprodutores ovinos nativos e exóticos no cariri paraibano. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 9(3): 350-355.

Curtis, Stanley E. Enviroment management in animal agriculture. Illinois: Animal Enviroment Services, 1983. 430p.

Façanha DAE, Silva RG, Maia ASC, Guilhermino MM, Vasconcelos AM (2010) Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. Revista Brasileira de Zootecnia 39(4): 837-844.

Figueiredo MRP, Saliba EOS, Borges I, Rebouças GMN, Aguiar e Silva F, Sá HCM (2013) Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 65:485-489.

Finch VA, Bennett IL, Holmes CR (1984) Coat colour in cattle: effect of thermal balance, behaviour and growth and relationship with coat type. The Journal of Agricultural Science 102(1): 141-147.

Finch VA. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. Australian Journal of Agricultural Research, v.36, p.497-508, 1985.

Fonseca VFC, Saraiva EP, Maia ASC, Nascimento CCN, Silva JA, Pereira WE, Pimenta Filho EC, Almeida MEV (2016) Models to predict both sensible and latent heat transfer in the respiratory tract of Morada Nova sheep under semiarid tropical environment. Int J Biometeorol 61:777-784.

Fonsêca VFC, Saraiva EP, Pimenta Filho EC, Furtado DA, Mariz TMA, Silva AL, Pinheiro

AC (2014). Influence of the climatic environment and duration of labor on the mother-offspring interaction in Morada Nova sheep. *Journal of animal science*, 92(9): 4123-4129. doi: 10.2527/jas.2014-7322.

Fonsêca, V.F.C. Termorregulação de ovinos Morada Nova. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba.

Gebremedhin KG, Ni H, Hillman PE (1997) Modeling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 40(5): 1441-1447.

Hetem RS, Strausa WM, Heusinkveld BG, Bie S, Prins HHT, Wieren SE (2011) Energy advantages of orientation to solar radiation in three African ruminants. *Journal of Thermal Biology* 36: 452-460.

Kazama R, Roma CFC, Barbosa OR, Zeoula LM, Ducatti T, Tesolin LC (2008) Orientação e sombreamento do confinamento na temperatura da superfície do pelame de bovinos. *Acta Scientiarum. Animal Science* 30:211-216.

Keren EM, Olson BE (2006a) Thermal balance of cattle grazing winter range: Model application. *Journal of Animal Science* 84(5): 1238-1247.

Keren EM, Olson BE (2006b) Thermal balance of cattle grazing winter range: Model development. *Journal of Thermal Biology* 31(5): 371-377.

Keren EM, Olson BE (2007) Applying thermal imaging software to cattle grazing winter range. *Journal of thermal biology* 32(4): 204-211.

Lima CB, Costa TGP, Nascimento TL, Lima DM (2014) Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. *Journal of Animal Behaviour Biometeorology* 2: 26-34.

Lin L, Dickhoefer U, Müller K, Wurina, Susenbeth A (2011) Grazing behavior of sheep at different stocking rates in the Inner Mongolian steppe, China. *Applied Animal Behaviour Science* 129:36-42.

Lowe TE, Cook CJ, Ingram JR, Harris PJ (2001) Impact of climate on thermal rhythm in pastoral sheep. *Physiology & Behavior* 74(4): 659-664.

Maia ASC, da Silva RG, Nascimento ST, Nascimento CCN, Pedroza HP, Domingos HGT (2015) Thermoregulatory responses of goats in hot environments. *International journal of biometeorology*, 59(8): 1025-1033.

Maia ASC, Nascimento ST, Nascimento CCN, Gebremedhin KG (2016) Thermal equilibrium of goats. *Journal of Thermal Biology* 58: 43-49.

Maia ASC, Silva RG, Bertipaglia EA (2005) Environmental and genetic radiation of the effective radiative properties of the coat of Holstein cows under tropical conditions. *Livestock Production Science* 92(3): 307-315.

Maia ASC, Silva RG, Bertipaglia ECA (2003). Características do Pelame de Vacas Holandesas em Ambiente Tropical: Um Estudo genético e adaptativo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32(4): 843-853.

Maia ASC, Silva RG, Loureiro CMB (2005a). Sensible and latent heat loss from body surface of Holstein cows in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, v.50, p.17-22. 2005a.

Maia ASC, Silva RG, Loureiro CMB (2005b) Respiratory heat loss of holstein cows in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology* 49(5): 332-335.

Maloney SK, Moss G, Mitchell TCD (2005) Alteration in diel activity patterns as a thermoregulatory strategy in black wildebeest (*Connochaetes gnou*). *J Comp Physiol* 191: 1055-1064.

Marai IFM, El-Darawany AA, Fadiel A, Abdel-Hafez MAM (2007) Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. *Small Ruminant Research* 71:1-12.

McLean JA (1963) Measurement of cutaneous moisture vaporization from cattle by ventilated capsules. *The Journal of Physiology* 167(3): 417-426.

Neiva JNM, Teixeira M, Turco SHN, Oliveira S, Moura A (2004) 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* 33: 668-678.

Neves MLMW, Azevedo M, Costa LAB, Guim A, Leite AM, Chagas JC (2009) Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do

Estado de Pernambuco. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 31(2): 169-175.

Oliveira FA, Turco SHN, Gherman GLA, Clemente CAA, Voltolini TV, Garrido MS (2013) Comportamento de ovinos Santa Inês em ambientes com e sem disponibilidade de sombra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17:346-351.

Oliveira SEO, de Melo Costa CC, de Souza Jr JBF, de Queiroz JPAF, Maia ASC, de Macedo Costa LL (2014) Short-wave solar radiation level willingly tolerated by lactating Holstein cows in an equatorial semi-arid environment. *Tropical animal health and production* 46(8): 1413-1417.

Oliveira SEO; Costa CCM (2013) Respiratory heat loss in Morada Nova sheep in Brazilian semi-arid regions. *Journal Animal Behavior and Biometeorology* 1: 17-20.

Paim TP, Borges BO, Lima PMT, Gomes EF, Dallago BSL, Fadel R, Menezes AM, Louvandini H, Canozzi MEA, Barcellos JOJ, McManus C (2013) Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. *International Journal of Biometeorology* 57:59-66.

Quesada M, Mcmanus C, Couto FAA (2001) Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30:1021-1026.

Raslan LSA (2008) Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovino SPRD sob pastejo com e sem sombreamento. Dissertação, Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia.

Ribeiro TMD, Costa C, Monteiro ALG, Piazzeta HL, Silva MGB, Silva CJA, Prado OR, Fernandes MAM, Meirelles PRL (2013) Características das carcaças de cordeiros lactentes terminados em creep feeding e creep grazing. *Veterinária e Zootecnia* 20 (3): 9 – 17.

Santos SGCG. Transferência de calor latente e comportamento termorregulatório de vacas leiteiras em ambiente tropical. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.

Santos MM, Azevedo M, Costa LAB, Silva Filho FP, Modesto EC, Lana ÂMQ (2011) Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 33: 287-294.

Santos MM, Azevedo M, Costa LAB, Silva Filho FP, Modesto EC, Lana AMQ (2011)

Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 33:287-294.

Sargeant GA, Eberhardt LE, Peek JM (1994) Thermoregulation by mule deer (*Odocoileus hemionus*) in arid rangelands of southcentral Washington. *Journal of Mammalogy* 5: 536-544.

Selaive-Villarroel AB, Maciel MB, Oliveira NM (2008) Effects of weaning age and weight on lamb growth rate of Morada Nova breed raised in a tropical extensive production system. *Ciência Rural* 38(3): 784-788.

Shaw RA, Villalba JJ, Provenza FD (2006) Influence of stock density and rate and temporal patterns of forage allocation on the diet mixing behavior of sheep grazing sagebrush steppe. *Applied Animal Behaviour Science* 100:207–218.

Silanikove N (2000) Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67:1-18.

Silva RG (1999) Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28(6): 1403-1411.

Silva RG (2000) Um modelo para a determinação do equilíbrio térmico de bovinos em ambientes tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(4): 1244-1252.

Silva RG (2006) Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. *Engenharia Agrícola*. 26(1): 268-281.

Silva RG, Guilhermino MM, Morais DAEF (2010) Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. *Int J Biometeorol* 54:5–11.

Silva RG, Maia ASC, Costa LLM, Queiroz JPAF (2012) Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. *Int J Biometeorol* 56: 927–932.

Silva TPB, Pereira AM, Rocha JS, Silva AS, Honorato-Sampaio K, Costa APR (2013) Efeito da Época do Ano e Período do Dia Sobre os Parâmetros Fisiológicos de Ovelhas Morada Nova na Microrregião do Alto Médio Gurguéia 15: 287- 290.

Stevens DG (1981) A model of respiratory vapor loss in Holstein dairy cattle. *Transactions of the ASAE* 24(1): 151-153.

Terrill C, Slee J (1991) Breed differences in adaptation of sheep. In: Maijala K. Genetic resources of pigs, sheep and goat. Amsterdam: Elsevier, p. 19.

Van Soest PJ (1994) Nutritional ecology of the ruminant. Cornell: Ithaca, 476p.

Veríssimo CJ, Titto CG, Katiki LM, Bueno MS, Cunha EA, Mourão GB, Otsuk IP, Pereira AMF, Filho JCMN, Titto EAL (2009) Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 10(1): 159-167.

Walsberg GE (1983) Coat color and solar energy gain in animals. *BioScience*, 33: 88-91.

## 8 APÊNDICE



Fonte: Arquivo pessoal. Posição dos observadores na área experimental.



Fonte: Arquivo pessoal. À esquerda – animal de pelagem predominantemente preta e a direita animal de pelagem predominantemente branca.



Fonte: Arquivo pessoal. Animais pastejando expostos à radiação solar e posição dos observadores.



Fonte: Arquivo pessoal. Animais pastejando expostos à radiação solar e posição dos observadores.



Fonte: Arquivo pessoal. Posição do globo negro à sombra.



Fonte: Arquivo pessoal. Posição do globo negro ao sol.



Fonte: Arquivo pessoal. Animais na área de sombra.