UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

JACINARA HODY GURGEL MORAIS LEITE

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO EQUILÍBRIO TÉRMICO DE OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

MOSSORÓ, RN
2016

JACINARA HODY GURGEL MORAIS LEITE

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO EQUILÍBRIO TÉRMICO DE OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal no Semiárido

Orientador: Profa. Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha

Co-orientador: Luis Alberto Bermejo Asensio

MOSSORÓ RN
2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L533a Leite, Jacinara Hody Gurgel Morais.
Aspectos morfofisiológicos associados ao equilíbrio térmico de ovelhas da raça Morada Nova / Jacinara Hody Gurgel Morais Leite. - 2016.
100 f. : il.

Orientadora: Débora Andrea Evangelista Façanha.
Coorientador: Luis Alberto Bermejo Asensio.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2016.

1. adaptação. 2. característica de pelame. 3. mecanismo latente. 4. mecanismos sensíveis. 5. ambiente semiárido. I. Façanha, Débora Andrea Evangelista, orient. II. Asensio, Luis Alberto Bermejo, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JACINARA HODY GURGEL MORAIS LEITE

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO EQUILÍBRIO TÉRMICO DE OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Conservação Animal no Semiárido

Aprovada em 05 de Dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha (UFERSA)
(Orientador Presidente)

Prof. Dsc. Roberto Gomes da Silva (UNESP)
(Segundo membro)

Prof. Dsc. Luis Alberto Bermejo Asensio (ULL)
(Terceiro Membro)

Prof. Dsc. Concepta Margaret McManus Pimentel (UNB)
(Quarto Membro)

Prof. Dsc. José Ernandes Rufino de Sousa (UFERSA)
(Quinto membro)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JACINARA HODY GURGEL MORAIS LEITE - Ingressou na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) no ano de 2004 no curso de Zootecnia, finalizando no ano de 2009. Durante o curso participou ativamente na formação e desenvolvendo atividades do Núcleo "Pró-Criar", com atividades na área de manejo de ruminantes, caprinos, ovinos e bovinos, especificamente na área de bioclimatologia animal. Mestre em Produção Animal pelo Programa de Produção Animal no convênio UFERSA/UFRN. Durante o mestrado trabalhou em parceria com a Embrapa Caprinos e Ovinos, dentro do projeto "Caracterização e bases para o melhoramento genético de ovinos Morada Nova". No Ano de 2011 ingressou como professora substituta na UFERSA ministrando as disciplinas de Melhoramento Genético Animal, Caprinocultura e Zootecnia Geral. Em 2013 iniciou o doutorado no Programa de Ciência Animal, no segundo ano do doutorado apresentou de forma oral parte do trabalho da tese no 20th International Socity of Biometeorology em Cleveland, Ohio. No ano de 2015 participou do Programa de Doutorado Sanduíche na Universidade de La Laguna, Tenerife - Espanha, no qual desenvolveu um projeto de pesquisa para avaliar a adaptabilidade com cabras e ovelhas nativas da região.

A minha Avó Maria da Silva (*in memoria*), por ser uma segunda mãe e me apoiar em todas as decisões difíceis que a vida me fez passar.

A Deus pai todo poderoso pela sua infinita bondade que me permite levantar todos os dias

DEDICO

Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele.

Por isso o universo de cada um, se resume no tamanho de seu saber.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, pela vida.

A minha família que sempre me amou e apoiou em todos os caminhos que passei. Obrigada aos meus avós a quem confiei como verdadeiros pais. Sou abençoada por ter crescido com a presença diária de duas avós e um avô maravilhoso.

Aos meus pais João Batista Neto e Nadja Maria Gurgel da Costa Morais, que me ensinaram os verdadeiros valores da vida fundamentais na formação do meu caráter e amadurecimento de uma pessoa do bem. As minhas irmãs que tanto amo, Jadna Naduska e Jácina Tábita que me deram minhas lindas sobrinhas: Sophia e Esther, a presença de todos vocês é fundamental para minha realização completa.

A Júlio Sérgio Leite da Silva, meu marido, que foi mais que um presente de Deus na minha vida. Amor agradeço seu companheirismo e paciência. Essa jornada da construção da tese exigiu um pouco mais da sua paciência, pois foram muitas coletas, viagens e ausência minha. Seu apoio foi fundamental nessa caminhada, minha fortaleza.

A minha Grande Família, vovó Rita minhas tias maravilhosas e primos que são minha torcida para o sucesso. Agradeço a cada uma e sei que posso contar com vocês em todos os momentos da vida

A orientadora e professora Débora Andréa Evangelista Façanha, por ter me acolhido não só como orientada, mas também como amiga, pelos ensinamentos diários e a oportunidade de crescimento profissional, obrigada por todas as portas que abriu para mim.

Ao professor Roberto Gomes da Silva, pela orientação na construção dessa tese e pelas sugestões valiosas.

Ao meu querido orientador da Espanha, Prof. D$_{SC.}$ Luis Alberto Bermejo Asensio. Foi um enorme prazer conviver e conversar sobre varias questões da vida. Nossas conversas me mostrou um novo olhar para a ciência e para a vida.

Aos professores da banca pela disponibilidade de ajudar a melhorar o trabalho, Obrigada professor José Ernandes e professora Concepta McManus.

A todos os integrantes do Núcleo de Pesquisa Pró-criar que me ajudaram nas coletas para realização deste trabalho: Fabrício Xavier, Chromácio Calafange, José Moreira e aos parceiros da Pós que são verdadeiros amigos Wilma Emanuela, Wallace Sostene, Josiel Borges, Carla Cristina de Almeida e Renato Diógene. **EQUIPAZO**!!!

A PPGCA e seus Professores pelos ensinamentos, confiança e cordialidade, em especial ao professor Jean Berg e professora Valéria Veras.

Reconheço a grande ajuda dos professores Wirton Peixoto Costa, Leonardo Lelis e Aracelly Ricarte na construção do trabalho sempre dispostos a colaborar.

Agradeço a Embrapa – Caprinos e Ovinos, pelo financiamento deste trabalho, como parte do projeto “Caracterização e Fundamentos para o Melhoramento Genético de Ovinos da Raça Morada Nova”, em especial ao DSc. Olivardo Facó, pela confiança na nossa equipe.

Agradeço a Capes pelo apoio financeiro, que permitiu a minha entrega total na construção desse trabalho.

A todos os produtores das fazendas São Francisco, Ilha Grande e Reunidas do Jacaraí pela confiança, ensinamentos, pela acolhida como membro da família e pela disponibilização de seus animais para o desenvolvimento do estudo. Assim como também a José Ariston e seu Luiz que foram fundamentais na coleta dos dados.

Agradeço a Francinaldo pelo grande profissional e ajuda no desenvolvimento das minhas atividades no campo, você foi parte fundamental para tornar as tarefas mais divertidas.

Muito Agradecida!

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO EQUILÍBRIO TÉRMICO DE OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA.

Leite, Jacinara Hody Gurgel Morais. **Aspectos morfofisiológicos associados ao equilíbrio térmico de ovelhas da raça Morada Nova**. 2016 101f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Produção e Conservação no Semiárido). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Mossoró, RN 2016.

RESUMO: A raça Morada Nova é um importante recurso genético localmente adaptado do semiárido brasileiro, e apresentam características adaptativas exclusivas dessa região do Brasil no qual foi formada ao longo de anos de seleção natural. Porém, a variabilidade genética desses animais vem reduzindo devido aos critérios de seleção adotado pelos criadores que visam somente o padrão racial. Um desses critérios está relacionado com a cor do pelame, no qual são descartados os animais de pelagem vermelha escura e clara, assim como a variedade branca com a justificativa que são menos adaptados ao ambiente semiárido. Com isso, a presente tese foi construída com o objetivo de avaliar todas as características ligadas à adaptação dos animais da raça Morada Nova com diferentes cores de pelame. Foram avaliados, por um período de sete meses consecutivos, três rebanhos comerciais sendo que cada rebanho foram acompanhadas 40 matrizes. Os animais foram divididos em grupos de forma que os com pelame vermelho foram classificados em: (1) tonalidade escura, (2) tonalidade intermediária e (3) tonalidade clara. Os animais de pelame branco foram classificados como grupo 4. A tese foi dividida em dois artigos, sendo que no primeiro foram avaliadas as trocas térmicas de calor sensível e latente nos diferentes grupos. Foi observado que todos os grupos conseguiram manter a homeotermia, mesmo expostos à elevada radiação solar. Os mecanismos sensíveis foram pouco expressivos para a perda de calor, enquanto que os mecanismos latentes foram mais eficientes na termólise em todos os grupos. Os animais de pelagem vermelha elevaram muito a frequência respiratória nas condições de maior estresse térmico, fato que não foi verificado nos animais com pelagem branca, que apresentaram maior evaporação cutânea. No segundo artigo foram avaliadas as características morfológicas de pelame e sua associação com a transferência térmica de calor, assim como as respostas fisiológicas dos animais. As maiores diferenças encontradas para essas características foram em relação aos extremos de cor de pelagem: vermelho escuro e branco. Os resultados mostraram que a variedade branca apresentou características que promovem a proteção da epiderme, enquanto que os animais da variedade vermelha apresentaram características que favorecem a dissipação de calor. Contudo, pode-se afirmar que todos os animais da raça Morada Nova representam importante material genético bem adaptados a região equatorial semiárida, e devem ser utilizados nos sistemas de criação, conservados e multiplicados.

Palavras-chave: adaptação, ambiente semiárido, característica de pelame, mecanismo latente

MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS ASSOCIATED WITH THE THERMAL EQUILIBRIUM OF MORADA NOVA SHEEP

Leite, Jacinara Hody Gurgel Morais. **Morphophysiological characteristics associated with the thermal equilibrium of Morada Nova sheep.** 2016. 101p. Thesis. (Doctorate degree in Animal Science: Animal production in semiárid conditions). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, RN 2016.

ABSTRACT: The Morada Nova sheep is an important locally adapted genetic resource from the Brazilian Semiarid. However, the genetic variability of these animals has been reduced due to the selection criteria adopted by breeders who only select to breed traits. One of these criteria is related to coat color, where the animals of red variety with dark and light tonality are discarded, as well as all animals of the white variety, with the justification that they are less adapted to the semiarid environment. Thus, in the present thesis was built in order to evaluate all characteristics related to the adaptation of Morada Nova sheep with different hair and coat color. Four groups were used according to coat color: (1) dark red animals, (2) intermediate red, (3) light red, and (4) white-coated animals. Forty Morada Nova ewes were observed in each of three herds for 7 consecutive months. In the first study we evaluated the thermal exchanges of sensible and latent heat loss in the different groups. All groups maintained homeothermy even when exposed to high solar radiation. The red coat animals increased respiratory rate in conditions of greater thermal stress. This fact was not observed in the white variety, which showed higher skin evaporation. In the second study, were evaluated hair coat characteristics and their association in the heat transfer from animals to the environment as well as physiological responses of animals. The largest differences found in the coat characteristics were recorded between the extremes of coat color: dark red and white. The white variety exhibited characteristics that promoted the protection of the skin, while red variety had characteristics which favored heat dissipation. It was concluded that Morada Nova sheep have good adaptability to the Semiarid environment, regardless of the coat color, and should be used in farming systems, preserved and multiplied.

Key words: adaptation, coat traits, thermal equilibrium, semiarid region

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS ASOCIADOS CON EL EQUILIBRIO TÊRMICO DE OVEJA DE LA RAZA MORADA NOVA

Leite, Jacinara Hody Gurgel Morais. **Aspectos morfofisiológicos associados ao equilíbrio térmico de ovelhas da raça Morada Nova**. 2016 101f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Produção e Conservação no Semiárido). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Mossoró, RN 2016

Resumen: La raza Morada Nova es un importante recurso genético brasileño, que poseen características de adaptación, que fueron adquiridas durante años por el proceso de selección natural, sin embargo, la variabilidad genética de estos animales se han reducido debido a los criterios de selección adoptados por los ganaderos que buscan un patrón racial, como por ejemplo el color del pelaje. Los animales que presentan color rojo oscuro, los animales que poseen una tonalidad de rojo más claro de su pelaje, así como las de color blanco, son considerados animales poco adaptados a zonas áridas y semiáridas, según refieren. Por lo tanto, esta Tesis se construyó con el fin de evaluar los mecanismos relacionados con la adaptación de la raza Morada Nova con diferentes colores de sus pelajes. Fueron evaluados durante siete meses continuos, tres rebaños comerciales en que cada lote contenía 40 matrices. Los animales fueran divididos en grupos, según el color rojo de sus pelajes: grupo (1) color oscuro, grupo (2) la tonalidad intermedia y grupo (3) la tonalidad clara y los animales con pelaje blanco se clasificaron en el grupo (4). La Tesis se divide en dos artículos, en la primera fue evaluada la transferencia de calor sensible y latente en los diferentes grupos de animales, en que se observó que todos los grupos lograron mantener la homeotermia, sobre todo los animales expuestos a la alta radiación solar. Los mecanismos sensibles de transferencia de calor no fueron significativos para la pérdida de calor, mientras los mecanismos latentes fueron más eficientes en la pérdida de calor de todos los grupos. Los animales de pelaje rojo tendieron a aumentar la frecuencia respiratoria, debido a las condiciones de estrés térmico más altas, un hecho que no se observó en los animales de color blanco que tenía mayor actividad de la evaporación cutánea. En el segundo artículo se evaluaron para las características morfológicas y su asociación con la transferencia de calor térmico de la piel, así como las respuestas fisiológicas de los animales. Las grandes deferencias encontradas para esas características fueran para los extremos de color de la pelaje; rojo oscuro y blanco. Los resultados mostraron que la variedad blanca presentó características que promovieron la protección de la epidermis, mientras los animales de la variedad roja mostraron características que permitieron la disipación de calor. Sin embargo, se puede decir que todos los animales de la raza Morada Nova representan material genético importante bien adaptados a la región ecuatorial semiárida y pueden ser utilizados en sistemas de creación, de conservación y multiplicado.

Palabras-claves: adaptación, características del pelame, mecanismo latente, zonas semiáridas.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - PERDA DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA DE DIFERENTES CORES DE PELAME EM AMBIENTE SEMIARIDO

Figura 1 Representação da localização geográfica do estado do Ceará e das cidades de Quixeramobim e Morada Nova, onde foram realizadas as coletas de dados nos animais do presente estudo. 44

Figura 2 Representação dos grupos de animais da raça Morada Nova, formados em função da cor do pelame, no qual o grupo 1 representam os animais com pelagem vermelho escuro, grupo 2 pelagem vermelho intermediário, grupo 3 pelagem vermelho claro e o grupo 4 os animais com pelagem totalmente branca. 47

Figura 3 Cápsula acoplada a um desumidificador utilizado para avaliar a evaporação cutânea na região do flanco e pescoço 49

Figura 4 Variação da temperatura retal e da frequência respiratória de ovelhas da raça Morada Nova de diferentes cores de pelame em função da classe de Carga Térmica Radiante em ambiente semiárido da baixa latitude 57

Figura 5 Variação da temperatura de superfície, das perdas de calor por evaporação cutânea, por convecção e trocas de calor por radiação em ovelhas da raça Morada Nova de diferentes cores de pelame, em função da carga térmica radiante em ambiente semiárido de baixa latitude 59

CAPÍTULO 3 - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PELAME E TERMOTOLERÂNCIA EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

Figura 1 Localização geográfica do estado do Ceará nas cidades de Quixeramobim e Morada Nova onde foram realizadas as coletas de dados nos animais da raça Morada Nova 73

Figura 2 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao Rebanho da Fazenda Ilha Grande . 75

Figura 3 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao rebanho da Fazenda São Francisco 76

Figura 4 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao rebanho das Fazendas Reunidas Jacaraí 77

Figura 5 Animais da raça Morada Nova pertencentes a diferentes grupos de colorações de pelame 78

Figura 6 Cápsula acoplada a um desumidificador utilizado para estimar a evaporação cutânea na região do flanco 80

Figura 7 Espessura de pelame (A) e Amostragem de pelos (B) de ovelhas da raça Morada Nova 81

Figura 8 Mensuração do comprimento médio com auxílio de um paquímetro (A) e diâmetro médio com um micrômetro (B) 82

Figura 9 Animais da raça Morada Nova variedade branca com epiderme despigmentada (A) e pigmentada (B) 87

Figura 10 Variação mensal da espessura de pelame e comprimento médio dos pelos de ovelhas da raça Morada Nova de diferentes tonalidades de pelagem criadas extensivamente em ambiente Semiárido 90

Figura 11 Variação mensal do diâmetro médio dos pelos e densidade numérica do pelame em ovelhas da raça Morada Nova de diferentes tonalidades de pelagem criadas extensivamente em ambiente Semiárido 92

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - PERDA DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA DE DIFERENTES CORES DE PELAME EM AMBIENTE SEMIARIDO

Tabela 1 Posição geográfica e número de informações de cada rebanho avaliado.....44

Tabela 2 Variáveis ambientais registradas em cada rebanho durante o período experimental 52

Tabela 3 Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), perda de calor por evaporação cutânea (EC), perda de calor por evaporação respiratória (ER), perda de calor por convecção (HC) e ganho de calor por radiação (HR) de acordo com acor de pelagem e os meses de coleta em ovelhas da raça Morada Nova criadas em ambiente Semiárido.....54

CAPÍTULO 3 - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PELAME E TERMOTOLERÂNCIA EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

Tabela 1 Posição geográfica e número de informações de cada rebanho avaliado 74

Tabela 2 Média das variáveis meteorológicas registradas nas propriedades em diferentes meses do ano 85

Tabela 3 Médias e erro padrão da espessura de pelame (EP), comprimento médio dos pelos (CM), diâmetro médio (D) e densidade de pelos (DN) de acordo com o mês de coleta e a cor da pelagem de ovelhas da raça Morada Nova em ambiente Semiárido 86

Tabela 4 Média ± desvio padrão da frequência respiratória (FR), evaporação cutânea (EC), evaporação respiratória (ER), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície (TS) em relação às classes formadas para as características de pelame 94

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

Quadro 1. Padrão racial dos animais da raça Morada Nova segundo a Associação Brasileira dos criadores de Ovinos (ARCO).....29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARCO		Associação Brasileira de Criadores de Ovinos
IBGE		Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FUNCEME		Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
EC	$W.m^{-2}$	Evaporação cutânea
ER	$W.m^{-2}$	Evaporação respiratória
FR	movimentos.min^{-1}	Frequência respiratória
TR	°C	Temperatura retal
TS	°C	Temperatura de superfície
A	m^2	Área de superfície corporal
HC	$W.m^{-2}$	Perda de calor por convecção
HR	$W.m^{-2}$	Transferência de calor por radiação
T_A	°C	Tempratura do ar
Tbu	°C	Temperatura do bulbo úmido
T_G	°C	Temperatura do globo negro
Vv	$m.s^{-1}$	Velocidade do vento
P	Mm	Precipitação pluviométrica
P_P	kPa	Pressão parcial de vapor
PS{Tbu}	kPa	Pressão de saturação à temperatura de bulbo úmido
Patm	kPa	Pressão atmosférica
TRM		Temperatura radiante média
CTR	$W.m^{-2}$	Carga Térmica Radinate
Ψ	$g.m^{-3}$	Umidade absoluta
ρ	$kg.m^{-3}$	Densidade do ar
γ	°C	Constante psicrométrica
λ	$J.g^{-1}$	Calor latente de vaporização da água
r_H	$s.m^{-1}$	Resitência térmica do tecido à convecção
r_R	$s.m^{-1}$	Resistência térmica do tecido à radiação
c_p	$J.g^{-1}.K^{-1}$	Calor específico do ar
k	$W.\ m^{-1}.K^{-1}$	Condutividade térmica do ar
Nu		Número de Nusselt
EP	Mm	Espessura de pelame
CM	Mm	Comprimento médio dos pelos
D	µm	Diâmetro dos pelos
DN	$Pelos.cm^{-2}$	Densidade numérica do pelame

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
=	Igual
±	Mais ou menos
≥	Maior igual
≤	Menor igual
>	Maior
<	Menor

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 19
HIPÓTESES CIENTÍFICAS 22
OBJETIVOS 22
CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO 24
Importância da conservação dos recursos genéticos face às mudanças climáticas 25
Atuais critérios de seleção e inclusão das características adaptativas nos programas de melhoramento genético 27
Associação entre os marcadores fenotípicos e a adaptabilidade dos animais 32
REFERÊNCIAS 35
CAPÍTULO 2 - PERDA DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA DE DIFERENTES CORES DE PELAME EM AMBIENTE SEMIARIDO 39
INTRODUÇÃO 42
MATERIAL E MÉTODOS 43
RESULTADOS E DISCUSSÃO 51
CONCLUSÃO 63
REFERÊNCIAS 63
CAPÍTULO 3 - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PELAME E TERMOTOLERÂNCIA EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA 68
INTRODUÇÃO 71
MATERIAL E MÉTODOS 73
RESULTADOS E DISCUSSÃO 83
CONCLUSÃO 95
REFERÊNCIAS 96

INTRODUÇÃO

No Brasil, foi verificado um aumento no número de rebanhos de ovinos do ano 2005 a 2014, ao contrário do que ocorreu com a caprinocultura, sendo o grande responsável por esse crescimento, a expansão da atividade na região Sul e Centro-Oeste. A região Nordeste que é detentora de mais da metade do rebanho ovino nacional com 57,5% (IBGE, 2016), em geral, ainda não consegue obter elevados índices produtivos, pois representam uma atividade secundária com poucos investimentos para atividade, caracterizado como rebanhos numerosos com baixa capacidade produtiva. Algumas instituições de pesquisa tentam reverter esse quadro com a inclusão dos rebanhos em programas de melhoramento genético, que visam identificação dos animais e posteriormente utilizar os que apresentam maior potencial para melhorar os índices produtivos. Outra preocupação é referente à baixa variabilidade genética dos rebanhos, que gera prejuízos imensuráveis; nos últimos sete anos foi extinta em média uma raça de animal domésticos por mês (PIMENTA FILHO et al., 2009).

A raça Morada Nova representa importante material genético, localmente adaptado à região Nordeste do Brasil, dotada de elevada rusticidade e boa capacidade produtiva em sistemas de criação extensivo, além das fêmeas apresentarem boa precocidade, com elevada habilidade materna e prolificidade (FACÓ et al., 2008). Apesar de sua importância para a região, a raça teve seu efetivo reduzido, ao longo dos anos, chegando a estar em risco de extinção. Diante desse cenário, várias atividades foram conduzidas para recuperação desses animais o que incluiu a implantação de um programa de seleção e melhoramento genético. Porém, mesmo com todo acompanhamento técnico, o ganho genético dos rebanhos participantes foi pequeno, fato justificado pelos critérios de seleção utilizados pelos criadores, voltados principalmente para características que priorizam com maior importância o padrão racial do que os aspectos produtivos. Um dos critérios utilizados pelos produtores na seleção dos animais é a cor da pelagem, sendo que tendem a selecionar animais da variedade vermelha com pelagem de tonalidade intermediária e descartar os animais que possuem pelagem com tonalidades escura e clara. O fato mais agravante ocorre com os animais da variedade branca, que quase não são utilizados pelos produtores e atualmente são criados em poucos rebanhos (RODRIGUES et al., 2009). Até o momento nenhum estudo havia sido conduzido para avaliar a adaptabilidade desses animais com diferentes cores de pelame ao ambiente semiárido. Tal prática de descarte vem sendo realizada com base apenas em

suposições não comprovadas cientificamente, mas que podem ter efeito deletério no desenvolvimento e na expansão da raça.

A adaptabilidade dos animais pode ser medida através da sua capacidade de entrar em equilíbrio térmico com o ambiente. Em se tratando de região semiárida de baixa latitude, devido à elevada temperatura do ar e radiação solar, os animais necessitam dissipar calor para o ambiente, acionando os mecanismos de termólise. Porém, nessas condições ambientais, as mecanismos sensíveis de transferência de calor, como convecção e radiação se tornam inexpressíveis ou até mesmo uma fonte adicional de ganho de calor do ambiente, assim, os meios evaporativos representam os mecanismos mais eficientes utilizados pelos animais para dissipar o excesso de calor e evitar elevação da temperatura interna, o que poderia causar sérios prejuízos como alterações nas concentrações dos hormônios da tireóide e cortisol (SCHIMIDT-NIELSEN, 2002), redução no consumo de alimentos e na ruminação (SILANIKOVE, 2000), refletindo na obtenção de baixos índices produtivos como menor crescimento e baixa produção de leite, assim como falhas na reprodução (MARAI et al., 2007).

As perdas de calor através dos mecanismos evaporativos podem ser influenciadas por diversos fatores ligados ao ambiente e ao animal, como o número e funcionalidade das glândulas sudoríparas e às características morfológicas de pelame (COSTA et al., 2014; MAIA et al., 2003). Em adição, a umidade do ar é fundamental para a termólise evaporativa, uma vez que, quando se encontra muito elevada, prejudica a evaporação de água pelas vias cutânea e respiratória.

A cor e tipo de pelagem são características muito importantes para resistência ao calor (SILVA, 2003). Em geral, animais com pelagem escura absorvem mais radiação térmica e, consequentemente, são mais susceptíveis ao estresse térmico que animais com pelagem clara (MAIA et al., 2014). No entanto, existem outras características físicas do pelo que podem auxiliar a perda de calor do animal para o ambiente, como comprimento e diâmetro dos pelos, que podem favorecer a transferência térmica e a termólise convectiva (MAIA et al., 2003), porém esse mecanismo só tem eficiência em ambientes cuja temperatura do ar não ultrapasse a temperatura da superfície corporal dos animais. Façanha et al., (2010) relataram que os animais da raça Holandesa com pelagem predominante negra apresentam melhores características para criação no Semiárido brasileiro quando comparados com os que

apresentam a pelagem predominante branca, devido à maior proteção proveniente da epiderme pigmentada.

Apesar do grande número de estudos em relação às trocas térmicas dos animais, poucos estudos foram conduzidos dentro das unidades produtivas nas quais se verificam os sistemas de criação inseridos nas condições de ambiente natural em que os animais são criados. Adicionalmente, é de grande importância avaliar as características adaptativas das raças localmente adaptadas que passaram por um processo de seleção natural, através da qual desenvolveram características morfofuncionais compatíveis com a sua criação em ambiente Semiárido, que pode representar uma condição de estresse para a maioria das raças exóticas criadas no Brasil.

HIPÓTESES CIENTÍFICAS

1- Existe diferença na adaptabilidade dos animais da raça Morada Nova com diferentes cores de pelame;

2- Os mecanismos evaporativos são os mais eficientes na perda de calor em animais expostos à radiação solar direta;

3- As características de pelame de ovelhas da raça Morada Nova são modificadas ao longo dos meses do ano;

4- As características de pelame dos animais da raça Morada Nova com diferentes cores de pelame influenciam os indicadores fisiológicos de adaptabilidade.

OBJETIVOS

GERAL

Avaliar a utilização dos mecanismos de troca de calor e sua associação com as características de pelame de ovelhas da raça Morada Nova das variedades Branca e vermelha com diferentes tonalidades de pelame criadas em ambiente Semiárido de baixa latitude.

OBJETIVO ESPECÍFICO - MUDAR

1. Estimar as termólises evaporativas, cutânea e respiratória, em ovelhas da raça Morada Nova das variedades Branca e Vermelha de diferentes tonalidades de pelame em diferentes meses do ano;

2. Estimar as trocas térmicas através de mecanismos sensíveis, tais como convecção e radiação, em ovelhas da raça Morada Nova das variedades Branca e Vermelha de diferentes tonalidades de cor de pelame em diferentes meses do ano;

3. Estudar o efeito de diferentes níveis de radiação solar sobre as respostas fisiológicas e transferência de calor em ovelhas Morada Nova com diferentes cores de pelame;

4. Caracterizar, ao longo dos meses do ano, a variação da espessura e densidade numérica do pelame, diâmetro e comprimento médio dos pelos de ovelhas da raça Morada Nova das variedades Branca e Vermelha de diferentes tonalidades;

5. Estudar a relação entre as características morfológicas de pelame com as respostas fisiológicas e transferência de calor em ovelhas da raça Morada Nova das variedades Branca e Vermelha de diferentes tonalidades criadas em ambiente semiárido de baixa latitude.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO 1- REFERENCIAL TEÓRICO

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS GENÉTICOS FACE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O reflexo do aquecimento global sobre a produção animal é real e cada vez mais acelerado SCHOLTZ et al., 2013. O presente cenário climático vem influenciando a produtividade da maioria das espécies domésticas, principalmente os que são sensíveis ao ambiente com elevada temperatura e níveis de radiação solar, refletindo em queda dos índices produtivos, através da redução do crescimento animal, função imunitária debilitada, queda na produção de leite, bem como falhas nos índices reprodutivos (RUST & RUST, 2013; SCHOLTZ et al., 2013). Assim, o êxito de qualquer empreendimento pecuário deve levar em consideração aspectos relacionados à adaptação dos animais ao ambiente criatório. Segundo BRIDI (2001) o conceito de adaptação é muito amplo e pode ser definido como resultado da ação conjunta de diferentes fatores como alterações anatômicas, morfológicas, fisiológicas, hormonais, bioquímicas e comportamentais, no sentido de favorecer a sobrevivência de um organismo em um ambiente específico. Analisando-se esse conceito, é possível perceber que a adaptação dos animais não é fixa, visto que está muito ligada às condições do ambiente; assim, a utilização de determinada raça considerada adaptada a um ambiente específico não garantirá que os animais se comportem da mesma forma quando inseridos em condições ambientais diferentes.

Existem dois caminhos para a obtenção de bons índices produtivos em região com elevadas temperaturas, como no Semiárido brasileiro: o primeiro se refere à utilização de raças exóticas com elevado potencial produtivo, que necessitam de mudanças nas condições de ambiente no qual são manejadas, como a climatização do ambiente por meios artificiais através da implantação de sistema de resfriamento, por exemplo, que podem aumentar os custos de produção. O segundo caminho está ligado com a utilização de animais adaptados ao ambiente criatório, dos quais devem ser selecionados aqueles com maior capacidade produtiva. Nesse contexto, se destacam as raças localmente adaptadas, que apresentam características favoráveis às condições ambientais nos quais evoluíram (MARIANTE et al., 2005).

Historicamente o Brasil buscou a maximização dos índices produtivos dos rebanhos com a utilização de raças oriundas de clima temperado, sobretudo provenientes de com baixa

capacidade de adaptação ao ambiente semiárido. Esses animais não se adaptam ao sistema de criação adotado pela maioria dos criadores da região Nordeste do Brasil. Desta forma, após sucessivos fracassos de determinadas importações de animais geneticamente superiores para características produtivs, alguns produtores e instituições de pesquisa começaram a despertar para as limitações que as condições climática podem causar, assim como uma maior atenção foi direcionada para o uso de animais localmente adaptados como alternativa viável para uso em sistemas de produção extensivo. Esses animais são dotados de atributos que permitem a sua adaptação ao ambiente térmico do semiárido e apresentam grande potencial no sentido de obter índices reprodutivos satisfatórios, mesmo sob condições que, para raças exóticas poderiam ser estressoras (AMARAL et al., 2009; MARIANTE, 2015).

A formação das raças domésticas no Brasil começou com a colonização do país, especificamente quando os Portugueses trouxeram diversas raças de animais domésticos que sofreram ação da seleção natural ao longo dos anos, desenvolvendo características específicas de adaptação ao ambiente no qual foram criados. No início do século XX, com a crescente demanda por produtos de origem animal, houve uma grande utilização dos cruzamentos entre animais nativos e exóticos que refletiu na redução drástica dos animais localmente adaptados, atualmente em risco de extinção (HOFFMANN, 2010). A perda de um único tipo ou raça pode comprometer a diversidade genética, pois cada raça ou população possui genes e combinações genéticas únicas que podem ser importantes na agricultura futura, como rusticidade, prolificidade e resistência à endo e ecto parasitas (McMANUS et al., 2009). Nesse contexto, deve-se manter a máxima diversidade genética possível de cada espécie, pois não se sabe quais características serão fundamentais no futuro. A diminuição do risco de extinção desses animais está intimamente ligada à sua inserção nos atuais sistemas de produção. Esses animais devem ser melhor estudados e divulgados junto aos criadores, que atualmente associam as raças localmente adaptadas com pobreza e atraso tecnológico da exploração. A forma mais efetiva para garantir a sobrevivência e conservação de uma raça é torná-la competitiva, o que pode ser conseguido por meio de seleção e melhoramento genético que favorece a eficiência tanto produtiva quanto a reprodutiva, assim como melhoria do produto final e devida divulgação para atrair o interesse de novos criadores. A conservação de raças locais é de suma importância pois permite a manutenção da diversidade genética animal, que é essencial para a segurança alimentar e para o provimento de alimentos e desenvolvimento rural em qualquer região do mundo (HOFFMANN, 2010).

A ovinocultura avançou nos últimos anos e atualmente representa uma importante atividade pecuária, principalmente das regiões Nordeste e Sul do Brasil, devido ao curto ciclo reprodutivo e baixo custo de produção. O efetivo do rebanho ovino nacional é de 17 milhões de cabeças (IBGE, 2015), dos quais 60% encontram-se na região Nordeste. Entretanto, não há informações precisas de quanto desses animais correspondem às raças nativas ou exóticas. Sabe-se apenas que as raças localmente adaptadas estão sob fortes ameaças de extinção, causadas principalmente pelos cruzamentos desordenados que utilizam raças oriundas de clima temperado como alternativa de aumento da produtividade dos rebanhos.

Diante desse contexto, merece destaque a raça Morada Nova, que consiste em importante material genético nativo da região Nordeste brasileiro. Apesar da grande importância econômica e social para a região, como fonte de proteína de baixo custo, baixo requerimento nutricional para mantença, elevada prolificidade e eficiência reprodutiva durante todo o ano (FACÓ et al., 2008), esses animais têm sido pouco valorizados, principalmente devido ao seu pequeno porte, que foi interpretado por muitos anos como uma característica desfavorável. Devido à elevada habilidade materna, os animais da raça Morada Nova foram utilizados como raça mãe em diversos cruzamentos indiscriminados com animais de grande porte, fato que resultou na redução brusca do efetivo populacional. Essa medida, geralmente adotada com o objetivo de melhorar os índices produtivos dos rebanhos, representa uma forte ameaça para as raças locais, levando à redução da variabilidade genética e mudanças na estrutura da população. No entanto diversas pesquisas foram conduzidas para melhor divulgação das características da raça, com a finalidade de aumentar seu efetivo, visto que estes animais podem representar uma importante fonte de renda, não somente para pequenos produtores, mas também para grandes sistemas de criação (SHIOTSUKI, et al., 2014; MUNIZ et al., 2016; SHIOTSUKI, et al., 2016).

ATUAIS CRITÉRIOS DE SELEÇÃO UTILIZADOS NOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO

Com a grande demanda de alimentos devido ao acelerado crescimento populacional, os sistemas de produção enfrentam um grande desafio referente à maior necessidade de produção em reduzida área disponível para tal, devido ao aumento de terras degradadas e a baixa produtividade por hectare (HOFFMANN, 2010). Assim, há necessidade de aumentar a eficiência das atividades de produção animal, que pode ser alcançada com o uso do

melhoramento genético através da seleção dos melhores animais e da correta definição dos objetivos que se deseja alcançar, das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, bem como da escolha de critérios de seleção para cada sistema de produção (DUBEUF & BOYAZOGLU, 2009).

A maioria dos produtores deseja obter nos rebanhos descendentes com características produtivas superiores aos dos seus pais, que é o princípio do melhoramento genético. Entretanto, alguns desses criadores acreditam que os melhores animais são os que apresentam características mais próximas ao padrão racial. Tal objetivo pode ser benéfico para produtores que vendem animais de elite, ou que trabalham com animais para exposição, porém há grande risco quando os rebanhos que visam produção de alimento se limitam à seleção focada nas características de exterior, como ocorre com a maioria dos rebanos cadastrados na Associação dos Criadores da Raça Morada Nova (ABMOVA), fato que dificulta o melhoramento genético da raça. Dentre estas características encontram-se a pigmentação do pelame, cascos, do espelho nasal e o caráter mocho (SHIOTSUKI et al., 2016). Shiotsuki e Facó (2012) relataram uma taxa de animais criptorquídicos na raça Morada Nova da ordem de 16,67%, sendo esse defeito genético associado ao caráter mocho nos machos, assim há uma perda de possíveis reprodutores devido à seleção voltada para animais sem chifre. Muniz et al., (2012) observaram que 38,89% dos cordeiros recém-nascidos são descartados por apresentarem chifres ou por serem criptorquídicos. Outro dado que chama atenção se refere à associação positiva entre pigmentação dos cascos e do espelho nasal, visto que há indícios de que a seleção para animais com cascos e espelhos nasais pretos (fortemente pigmentados), como preconiza o padrão racial, pode levar à maior frequência de animais com pelagem preta (fora do padrão racial). O Quadro 1 relaciona as principais características do padrão racial segundo da raça Morada Nova (ARCO, 2016).

Quadro 1. Padrão racial dos animais da raça Morada Nova segundo a Associação Brasileira dos criadores de Ovinos (ARCO)

Característica	IDEAL	PERMISSÍVEL	DESCLASSIFICANTE
1. Cabeça	Larga, alongada, focinho curto bem proporcionado		
-perfil	Subconvexo		
-orelhas	Orelhas bem inseridas na base do crânio e terminando em ponta		Orelhas grandes e pendentes
-chifres	Mochos		Presença de chifre
-olhos	Olhos amendoados		
2. Pescoço	Bem inserido no tronco, com ou sem brincos		
3. Tronco			
-peito			Constituição débil
-linha Dorso-lombar	Reta, admitindo-se ligeira proeminência de cernelha nas fêmeas. Cauda fina e média; não passando dos jarretes		Cauda excessivamente grossa, curta ou mais de 25% de cor branca lordose, cifose e escoliose
-garupa	Curta, com ligeira inclinação		
4. Membros	Finos e bem, aprumados		Conformação e aprumos defeituosos
-cascos	Pequenos e escuros	claro	Despigmentado
5. Órgãos genitais			
-testículos	Normalmente desenvolvidos e móveis		Criptorquidismo, monorquidismo, hipoplasia ou acentuada assimetria testicular
-bolsa escrotal	Pele solta		
-vulva	Bem desenvolvida		Qualquer anomalia
6. Pelagem	Variedade vermelha: pelagem vermelha em suas diversas tonalidades; cor mais clara na região do períneo, bolsa escrotal, úbere e cabeça. Cauda com ponta branca.		Pelagem atípica, descaracterizada; manchas de qualquer cor, sobre as pelagens branca ou vermelha
	Variedade branca: pelagem branca		
-pele	Escura, espessa e recoberta de pelos curtos, finos e ásperos		Excessivamente fina
-mucosa	Escura	clara	Despigmentada

Fonte: http://inctpecuaria.com.br

O progresso genético de um rebanho deve considerar as características de desempenho para seleção de animais de alto valor genético para aos atributos de interesse econômico. Essa seleção deve ser realizada com base no desempenho do próprio indivíduo, dos seus ascendentes, descendentes e colaterais. Atualmente, com o crescente impacto das condições ambientais sobre a produção animal e com a busca de animais mais adaptados ao ambiente criatório, principalmente os criados em ambiente quente, há o interesse de inclusão de características ligadas à adaptação, junto dos critérios de seleção dos animais.

A seleção de animais com maior habilidade para sobreviver, produzir e reproduzir-se em condições de ambiente tropical é um fator determinante para aumentar a produtividade sem elevar os custos de produção, visto que animais bem adaptados são caracterizados por perda mínima de produção durante o período de estresse, elevada eficiência reprodutiva, alta resistência a doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade (FAÇANHA et al., 2013). Contudo, a adaptabilidade ao semiárido pode vir associada a características que podem prejudicar o desempenho dos animais de diferentes formas e algumas dúvidas podem surgir, tais como: **quais características relacionadas à adaptação podemos utilizar como critérios de seleção? Como incluir essas características nos programas de melhoramento?** Para responder tais questões é necessário primeiramente conhecer as características que estão ligadas à termorregulação dos animais.

Em sua maioria, os animais de produção são classificados como homeotérmicos, termo usado para organismos que mantêm a temperatura interna dentro de limites estreitos, independente da variação ambiental. Geralmente animais manejados em região quente necessitam dissipar calor para manter o equilíbrio térmico com o ambiente, que envolve alterações comportamentais, fisiológicas e morfológicas. Segundo Sejian et al., (2010), animais criados em regiões áridas e semiáridas são sujeitos a mais de um fator estressante ao mesmo tempo, e a adaptação ocorre mediante o acionamento dos mecanismos termorreguladores, porém, em detrimento de outras funções orgânicas, sobretudo às relacionadas com produção e reprodução. Nesse contexto, as características morfológicas de pelame e da epiderme, assim como as reações termorreguladoras, como ritmo respiratório e evaporação cutânea são importantes mecanismos reguladores da temperatura corporal, cuja associação com respostas endócrinas, bioqúimicas e hematológicas permitem inferir sobre a homeostase configurando-se como indicadores de adaptabilidade (MARAI et al., 2007; SALAMA et al., 2014)

Para que os animais alcancem o equilíbio térmico com o ambiente é necessário um adequado balanço entre produção e eliminação de calor corporal, através dos mecanismos de radiação, evaporação, condução e convecção, por exemplo, que contribuem para a homeostase. Segundo Silva (2008) o equilíbrio térmico em um animal homeotérmico pode ser expresso pela seguinte equação:

$$\mathbf{M + aR_C \pm R_L \pm C \pm K - E_C - E_R + S = 0} \qquad \mathbf{(1)}$$

Em que:

M = Produção de calor pelos processos metabólicos;
a = Coeficiente de absortância da superfície externa do corpo;
$\mathbf{R_C}$ = Ganho de calor por meio da radiação de ondas curtas;
$\mathbf{R_L}$ = Trocas térmicas por radiação de ondas longas;
C = Trocas térmicas por convecção;
K = Trocas térmicas por condução;
$\mathbf{E_C}$ = Perda de calor latente por meio da evaporação cutânea;
$\mathbf{E_R}$ = Perda de calor latente por meio da evaporação respiratória;
S = Armazenamento de energia.

Em região tropical a capacidade adaptativa de um animal pode ser medida pela sua capacidade de perder calor para o ambiente. Em tais condições de ambiente normalmente a temperatura do ar é muito elevada, chegando a ser próxima ou superior à temperatura da superfície corpórea dos animais. Nessas regiões a perda de calor por convecção é prejudicada, e os mecanismos evaporativos se tornam os principais mecanismos de termólise. Assim, uma forma eficiente de avaliar a adaptabilidade seria através da avaliação da capacidade de perder calor tanto pela evaporação, que ocorre no trato respiratório, quanto pela superfície corpórea. Maia et al., (2005) verificaram que quando a temperatura do ar foi acima de 30°C, os mecanismos sensíveis de perda de calor foram inexpressivos, a evaporação cutânea (E_C) representou 85% do total das perdas, e o restante ocorreu pela evaporação respiratória (E_R). Esses resultados evidenciam a importância desse mecanismo na transferência de calor do animal para o ambiente.

Outra alteração que pode ocorre em animais expostos ao estresse térmico consiste na ativação do eixo Hipotálamo - Hipófise - Adrenal, que envolve mudanças em todo o sistema endócrino. A porção cortical representa cerca de 80 % das adrenais, sendo uma de suas

funções a produção de glicocorticoides, também chamados de hormônios da adaptação, que atuam na regulação de todos os aspectos do metabolismo, tendo, inclusive, ação anti-inflamatória. A cronicidade do estímulo estressante pode levar à redução na atividade deste eixo no sentido de reduzir a mobilização excessiva dos tecidos, com efeitos indesejáveis no crescimento, reprodução e lactação (SCHIMIDT-NIELSEN, 2002; PEREIRA et al., 2008). Façanha et al. (2013) relataram que animais mais adaptados respondem rapidamente às mudanças ambientais, proporcionando os ajustes fisiológicos necessários. Os constituintes bioquímicos e hematológicos também podem servir como indicadores do estresse calórico, pois sugerem possíveis falhas na manutenção da homeostasia do animal frente à condição climática imposta (SEJIAN et al., 2010; FADARE et al., 2012).

ASSOCIAÇÃO ENTRE OS MARCADORES FENOTÍPICOS E A ADAPTABILIDADE

A seleção para animais mais adaptados foi por muitos anos baseada somente na medição da temperatura retal (TR), como no teste de Ibéria. Hopkins et al., (1978) afirmam que valores de temperatura retal (TR) próximos à temperatura normal da espécie poderiam ser tomados como índice de adaptabilidade e os animais que apresentavam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória seriam considerados mais tolerantes ao calor. No entanto, sabe-se que há vários fatores ligados à adaptação, os parâmetros fisiológicos, sanguíneos e morfológicos. Starling et al., (2002) utilizaram inicialmente a TR e a frequência respiratória para classificar os animais entre adaptados e não adaptados e verificaram que somente estas variáveis não foram suficientes para classificar os animais em relação à tolerância ao calor. Os bovinos de raça zebuína apresentam geralmente a TR mais elevada que os de raça Taurina, fato que não significa que sejam menos adaptados a ambientescom elevada temperatura do ar. Assim, o ideal é conhecer todos os fatores que contribuem para a adaptabilidade dos animais, e avaliá-los de forma conjunta.

As características morfológicas do pelame são importantes nas trocas térmicas entre os animais e o ambiente, podendo ser bons indicadores de adaptação (CENA & MONTEITH, 1975). É possível considerar que animais com epiderme pigmentada, pelos curtos, claros e assentados e pelame pouco denso favorecem a proteção contra a radiação e a eficiência da termólise, por isso são desejáveis para animais que vivem em climas quentes (SILVA, 1999, CENA & MONTEITH, 1975). Tais características já foram utilizadas para avaliar a capacidade adaptativa dos animais e relacioná-las com características de interesse zootécnico.

Silva et al. (1988) avaliaram os coeficientes de herdabilidade das características de pelame e encontraram h^2 de 0,23 para espessura de pelame (EP), 0,08 para comprimento médio dos pelos e 0,30 para pigmentação do pelame. Esses resultados sugerem que a EP e pigmentação foram as características que apresentaram maior capacidade de serem utilizadas nos programas de melhoramento.

Bertipaglia et al. (2007), acreditando que há estreita relação entre a adaptação dos animais com as variáveis reprodutivas, conduziram um estudo com a finalidade de investigar os efeitos das características de pelame sobre essas variáveis, estimando a herdabilidade e correlações genéticas entre elas, desta forma, visando o melhoramento genético para a adaptação, e destacou entre seus resultados a associação entre o diâmetro médio dos pelos com a idade ao primeiro parto (IPP=0,37±0,17) e intervalo entre partos (IEP=0,49±0,27), indicando que a seleção direcionada para maior diâmetro resultaria simultaneamente na seleção para precocidade sexual e menor intervalo de partos. Já Bertipaglia et al., (2008), verificaram que a estimativa das correlações genéticas entre as características adaptativas do pelame e da taxa de sudação, foram favoráveis à seleção conjunta para melhor eficiência reprodutiva e tolerância ao calor, e observaram uma correlação entre IPP e dias para o parto com o comprimento médio dos pelos; neste caso, a seleção para animais com pelos mais curtos favoreceu a redução do IEP do rebanho.

Maia et al. (2003), visando proporcionar subsídio para escolha do melhor padrão morfológico a ser utilizado em programas de melhoramento genético, com a finalidade de aumentar a adaptação e a capacidade produtiva de vacas Holandesas em ambiente Tropical, realizou um estudo genético das características de pelame e observaram que a seleção de animais com pelos mais curtos resultou em uma seleção simultânea de animais com pelame menos espesso, e menor número de pelos por área, características desejáveis para ambiente quente.

A genética molecular pode contribuir para inclusão de características ligadas à adaptação nos programas de melhoramento genético. Olson et al., (2003) verificaram importante relação entre o *slick hair gene*, um gene dominante responsável por produzir pelos curtos, menor espessura de pelame e sedosos, e animais com menor temperatura retal e sugeriram a inclusão dos animais que possuem esse gene nos cruzamentos para obtenção de animais produtivos e melhor adaptados à região tropical.

Dentre todas as características que são utilizadas para avaliar as respostas dos animais ao ambiente no qual estão inseridos, como temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca, evaporação cutânea e respiratória, as características de pelame apresentam uma resposta mais demorada em relação às condições ambientais no qual estão inseridas, as maiores variações que ocorrem dessas características são relatadas em função de mês e época do ano (FAÇANHA et al., 2010), visto que as demais citadas inicialmente sofrem influencia imediata ao aumento da radiação e da temperatura do ar , por exemplo. Com isso há grande potencial para avaliação dessas características como critério de seleção. Existe certa dificuldade na inclusão de características adaptativas nos programas de melhoramento, dentre elas destacam-se as escassas informações sobre as estimativas dos parâmetros genéticos dessas características, baixo efetivo dos rebanhos com animais de raças naturalizadas assim como falta de controle zootécnico de alguns rebanhos. A maioria desses criadores não tem controle algum sobre os dados produtivos do rebanho, faltando até mesmo identificação dos animais. Geralmente esses produtores são associados à pobreza, decorrente da pouca divulgação e consequentemente baixa valorização desses animais. A inclusão das características adaptativas nos programas de melhoramento genético deve abranger não somente animais nativos como também raças oriundas de ambiente temperado. A associação entre as características ligadas à adaptação junto com as relacionadas com a produção pode favorecer a melhor eficiência dos sistemas de produção em região tropical.

REFERENCIAS

ARCO, Padrão racial de ovinos Morada Nova. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos, Bagé, Brasil disponível em http://www.arcoovinos.com.br Acesso em Setembro de 2016.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A. S. C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas Holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 350-359, Mar./Apr. 2007.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; FRIES, L. A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

BRIDI, A. M. Adaptação e Aclimatação Animal. In: Encontro Anual de Bioclimatologia, **Anais ...** UNESP, Journal Animal Science. 2001.

CENA, K.; MONTEITH, J. L. Transfer processes in animal coats. Radiative transfer. **Proceedings of Royal Society of London**, v. 188, n. 2, p. 377-393, 1975.

COSTA, C.C.M.; MAIA, A.S.C.; FONTENELE NETO, J.D.; OLIVEIRA, S.E.O.; QUEIROZ, J.P.A.F.; Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, p. 170-184, 2014**.**

DUBEUF, J.P.; BOYAZOGLU. J.; An international panorama of goat selection and breeds. **Livestock Science**, Amsterdam, v.120, p.225-231, 2009.

FACÓ, O.; PAIVA, S. R.; ALVES, L. de R. N.; LÔBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V.; **Raça Morada Nova:** Origem, Características e Perspectivas. Sobral-CE: Embrapa Carpinos e Ovinos, 2008.

FADARE, A.O.; PETERS, S.O.; YAKUBU, A.; SONIBARE, A.O.; ADELEKE, M.A.; OZOJE, M.O.; IMUMORIN, I.G.; Physiological and haematological indices suggest superior heat tolerance of white-coloured West African Dwarf sheep in the hot humid tropics. **Tropical Animal Health Production,** v. 45, p. 157-165, 2012

FAÇANHA, D. A. E; SILVA, R. G; MAIA, A. S. C; GUILHERMINO, M. M; VASCONCELOS, A. M.; Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 837-844, 2010.

FAÇANHA, D. A. E; CHAVES, D. F; MORAIS, J. H. G; VASCONCELOS, A. M; COSTA, W. P; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical1. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Anim**al, Salvador, v.14, n.1, p.91-103 jan./mar., 2013.

HOFFMANN I.; Climate changes and the characterization, breeding and conservation of genetic animal resources. **Animal Genetics**, n.41, suppl 1, p. 32-46, 2010.

HOPKINS, P. S.; KNIGHTS, G. I.; LEFEURE, A. S.; Studies of the environmental physiology of tropical Merinos. **Australian Journal Agriculture Research**. East Medelaine, v. 29, n. 1, p. 61-71, 1978.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/, Acesso em 30 de Outubro de 2016.

McMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GURGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; PAIVA, S.R.; Heat tolerance in brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health Production,** v. 41, p. 95-101, 2009.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; NASCIMENTO, S.T.; NASCIMENTO, C.C.N.; PEDROSA, H.P.; DOMINGOS, H.G.T. Thermorregulatory responses of goats in hot environments. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, p.1025-1033, 2014.

MAIA, A.S.C; SILVA, R.G; BATTISTON LOUREIRO, C.M; Sensible and latent heat loss from body surface of Holstein cows in a Tropical environment. **International Journal of Biometeorology,** v.50, p. 17-22, 2005.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A.; Características do Pelame de Vacas Holandesas em Ambiente Tropical: Um Estudo genético e Adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 4, p.843-853, 2003.

MARAI, I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL, A. ABDEL-HAFEZ, M. A. M.; Physiological traits as affected by heat stress in sheep- A review. **Small Ruminant Research,** v. 71, p. 1-12, 2007.

MARIANTE, A. S. Plano mundial de ação sobre os recursos genéticos animais da FAO: um estímulo à conservação das raças localmente adaptadas. **Anais** I Simpósio Internacional de Raças Nativas: Sustentabilidade e Propriedade Intelectual, Teresina-Pi, 2015

MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S.M.; EGITO, A.A.; PAIVA, S.R.; CASTRO, S.T.R; Conservação de raças brasileiras ameaçadas de extinção e a importância de sua inserção em sistemas de produção. **Agrociência**. Vol IX. n. 3, p. 459-464, 2005.

MUNIZ, M.M.M.; CAETANO, A.R.; McMANUS, C.; CAVALCANTI, L.C.G.; FAÇANHA, D.A.E.F.; LEITE, J.H.G.; FACÓ, O.; PAIVA, S.R.; Application of genomic data to assist a community-based breeding program: A preliminary study of coat color genetics in Morada Nova sheep. **Livestock Science,** v.190, p. 89-93, 2016

MUNIZ M.M.M. et al. Características raciais de ovinos da raça Morada Nova e seus impactos sobre o descarte involuntário de animais: resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49. Brasília. **Reunião**... Brasília, 2012. 1. CD-Rom.

OLSON, T.A.; LUCENA, C.; CHASE, C.C.; HAMMOND, A. C. Evidence of major gene influencing hair length and heat tolerance in Bos Taurus cattle. **Journal Animal Science**. v.81, p. 80-90, 2003.

PIMENTA FILHO, E. C. et al. Importância da conservação de recursos genéticos para uma pecuária sustentável. **In: XIMENES**, L. F.; et al. As ações do banco do Nordeste do Brasil em P & D na arte da pecuária de Caprinos e Ovinos no Nordestes Brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 181-202, 2009.

PEREIRA, A. M. F.; BACCARI JUNIOR, F.; TITTO, E. A. L.; ALMEIDA, J. A. A. Effect of termal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. **International Journal of Biometeorology,** n. 52, p. 199-208. 2008.

RODRIGUES, D.S.; RIBEIRO, M.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; LIMA, F.A.; VILLARROEL, A.B.S.; PACHECO, A.C.L.; SANTOS, L. H. Estrutura populacional de um rebanho da raça Morada Nova como contribuição para conservação. **Ciência Animal**, v.19, n.1, p. 103-110, 2009.

RUST, J.M.; RUST, T.; Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa . **South African Journal Animal Science**, v. 43, n. 3, p. 254-267, 2013.

SALAMA, A.A.K.; CAJA, G.; HAMZAOUI, S.; BADAOUI, B.; CASTRO-COSTA, A.; FAÇANHA, D. A. E.; GUILHERMINO, M. M.; Bozzi, R.; Different levels of response to heat stress in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.121, p.73 - 78, 2014.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal:** adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Santos, p. 546, 2002.

SCHOLTZ, M. M.; MARWASHE, A.; NESER, F.W.C.; Livestock breeding for sustainabilityto mitigate global warming, with enphasis on developing counstries. **South African Journal Animal Science**, v.43, n.3, p.269-281, 2013.

SEJIAN, V.;MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptative capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stress (thermal and nutritional) in a semiarid tropical environment. **International Journal of Biometeorology,** v. 54, p. 653-661. 2010.

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

SILVA, R. G; ARANTES NETO, J. G.; HOLTZ-FILHO, S.V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. **Brasilian Journal Genetics,** Ribeirão Preto, v. 11, p. 335-347, 1988.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and hair coat of cattle and another animals. **Transaction of the ASAE**, v. 46, n. 3, p. 913-918, 2003.

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental**: os animais e seu ambiente. São Paulo: FUNEP, 450p, 2008.

STARLING, J. M. C., SILVA, R. G., CERON-MUÑOZ, M., BARBOSA, G. S. S. C., COSTA, M. J.R.P. Análise de Algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

SHIOTSUKI, L. & FACÓ, O. Núcleo de melhoramento genético participativo de ovinos da raça Morada Nova. Palestras do VIII Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. p. 69-78, 2012.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D.P.; LÔBO, R.N.B.; FACÓ, O.; Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova kept by smollholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research,** v. 120, p. 204-208, 2014

SHIOTSUKI, L.; SILVA, P.H.T.; SILVA, K.M.; LANDIM, A.V.; MORAIS, O.R.; FACÓ, O. The impact of racial pattern on the genetic improvment of Morada Nova sheep, **Animal Genetic Resources**, Food and Agricultural Organization of the United Nations, p. 1-10, 2016.

CAPÍTULO 2

PERDA DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA DE DIFERENTES CORES DE PELAME EM AMBIENTE SEMIARIDO

CAPÍTULO 2 - PERDA DE CALOR SENSÍVEL E LATENTE EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA DE DIFERENTES CORES DE PELAME EM AMBIENTE SEMIARIDO

RESUMO: o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas termorreguladoras de ovelhas nativas do Semiárido brasileiro com pelagem de diferentes tonalidades, expostos a radiação solar direta, ao longo do ano. Para tanto, os animais foram divididos em quatro grupos de acordo com a cor da pelagem, de forma que os animais de pelagem vermelha foram classificados em: grupo (1) animais com tonalidade escura, (2) tonalidade intermediária e (3) tonalidade clara. O grupo (4) compreendeu os animais de pelagem totalmente branca. As coletas foram realizadas em três rebanhos comerciais. Os dados foram coletados em 40 ovelhas por rebanho, durante 7 meses consecutivos. Todos os animais foram avaliados ao sol, entre 11h00min e 14h00min. Foram mensuradas a evaporação cutânea (EC, W.m-²), evaporação respiratória (ER, W.m-²), temperatura retal (TR,°C), frequência respiratória (FR, mov.min-¹), temperatura de superfície (TS, °C), perda de calor por convecção (HC, W.m-²) e transferência de calor por radiação (HR, W.m-²). Todos os grupos mantiveram a homeotermia. A TR apresentou menor variação em relação aos meses de coleta. A FR foi mais elevada nos animais de pelagem vermelha dos grupos 1, 2 e 3, que também apresentaram maior aquecimento da superfície corporal, comparativamente aos animais de pelagem totalmente branca, que apesar da menor TS apresentaram a maior média de EC, quando expostos á elevados níveis de radiação. Os mecanismos sensíveis foram pouco expressivos na termólise, em todos os grupos, podendo ser uma fonte de ganho de calor do ambiente para os animais, como no caso da HR. Contudo, os resultados indicam que as ovelhas da raça Morada Nova, independente da cor de pelagem, conseguem ativar os mecanismos latente de perda de calor, sendo que os animais de pelagem vermelha necessitaram elevar mais a FR, devido ao maior aquecimento corporal, enquanto que os de pelagem branca apresentaram maior capacidade de perder calor via EC. Contudo, pode-se concluir que a raça Morada Nova apresentou boa capacidade adaptativa ao ambiente Semiárido, mesmo expostos a radiação solar intensa e que todos os animais, tanto da variedade vermelha como da branca, devem ser utilizados nos sistemas de criação, conservados e multiplicados.

Palavras chave: adaptabilidade, evaporação cutânea, evaporação respiratória, homeotermia, mecanismos termorreguladores, recurso genético local.

CHAPTER 2 – SENSIBLE AND LATENT HEAT LOSSES OF MORADA NOVA EWES FROM DIFFERENT COAT COLORS IN SEMIARID ENVIRONMENT

ABSTRACT: The present study aimed to show thermoregulatory responses of locally adapted sheep with different coat colors, exposed to direct solar radiation in an equatorial semiarid region. Four groups were studied according to the coat color: (1) dark red animals, (2) intermediate red, (3) light red, and (4) white coated animals. Forty Morada Nova ewes were observed in each of three herds for 7 consecutive months. Rectal temperature (RT), skin surface temperature (ST), respiratory rate (RR), skin surface evaporation (CE), respiratory evaporation (RE), heat exchange by convection (HC) and radiation (HR) were evalueted from 1100 to 1400 hour, after the animals had been kept in a pen exposed to the sun. Data were analyzed by the least squares method. Results showed that all groups maintained rectal temperature within references values. The RR was higher in the animals of groups 1 to 3, which also showed higher values for ST when compared to the white coated animals. Sensible heat exchange mechanisms were not important for heat loss and HR was a significant source of heat gain by animals from the environment. Groups 1, 2 and 3 used RR in a more intense way compared to group 4; however, CE was higher for the white animals. It was concluded that Morada Nova sheep has good adaptability to the Semiarid environment, regardless of the coat color.

Keywords: Adaptation. Cutaneous evaporation. Equatorial Semi-arid. Homeothermy. Naturalized breed. Thermoregulatory mechanisms.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais vêm influenciando a produtividade da maioria dos animais domésticos, principalmente os que são sensíveis a ambientes com elevados níveis de temperatura e radiação solar, características encontradas nas regiões tropicais durante todos os meses do ano (HOFFMANN, 2010; RUST & RUST, 2013). Assim, torna-se indispensável caracterizar os recursos genéticos e entender todos os mecanismos ligados à adaptabilidade dos animais ao ambiente criatório, principalmente os mantidos em pastejo, diretamente expostos às condições do ambiente. Neste contexto, deve-se destacar a raça Morada Nova, a única raça de ovinos localmente adaptados à região Nordeste do Brasil, caracterizada por apresentar a epiderme coberta por pelos, alta prolificidade, rusticidade e boa habilidade materna (FACÓ et al., 2008, LOBO et al., 2011). Esses animais são bem adaptados às condições do Semiárido, porém, existem poucas informações científicas a respeito dos processos fisiológicos que garantem o seu equilíbrio térmico com o ambiente.

Atualmente, os maiores entraves para a expansão dessa raça, nos sistemas competitivos de produção de carne são os critérios utilizados na seleção, em sua maioria voltados prioritariamente ao padrão racial, sem considerar características ligadas à adaptação e produção. Shiotsuki et al., (2016) relataram que o atual critério de seleção da raça está reduzindo a variabilidade genética e influenciando negativamente o peso ao nascer dos animais. De acordo com a Associação Brasileira dos Criadores de Ovinos (ARCO, 2016) existem duas variedades da raça Morada Nova, a branca e a vermelha, sendo a ultima a mais utilizada nos sistemas de produção. Na variedade vermelha existem diferentes tonalidades, variando da mais escura à vermelha mais clara. Os criadores que adotam a variedade vermelha costumam descartar os animais de pelagem mais escura ou mais clara. Esse critério de seleção não tem nenhum fundamento teórico e tem grande impacto na redução da variabilidade genética da raça. A variedade branca é pouco adotada (RODRIGUES et al., 2009), havendo registros de aproximadamente cinco rebanhos em todo o território nacional, o que agrava o risco de extinção desse valioso recurso genético. A justificativa para esse fato é uma suposta baixa capacidade de adaptação ao ambiente semiárido, o que vem sendo desmistificado por estudos recentes em condições de semiárido (COSTA et al., 2015).

A capacidade adaptativa de um animal está relacionada à sua habilidade em manter constante a temperatura corporal, através da dissipação de calor por evaporação, que ocorrem na superfície corporal e no trato respiratório, mesmo os animais estando expostos a elevadas

temperaturas do ar e radiação solar (GEBREMEDHIN et al., 1983; SILVA 2008; MAIA et al., 2008). No entanto, nenhum estudo foi conduzidono sentido de medir quanto que cada grupo desses animais, com diferentes cores de pelagem absorve calor por radiação, ou perde calor via evaporação cutânea e respiratória. Assim, surgiram alguns questionamentos como: (a) existem diferenças em relação às respostas termorreguladoras dos animais selecionados e dos descartados pelos produtores, em função da cor da pelagem? (b) Os animais da variedade branca são menos adaptados que os animais da variedade vermelha? Tais informações são de grande importância para orientar a seleção de animais bem adaptados ao ambiente criatório. Embasado nessas questões, foi desenvolvido o presente trabalho, que teve como objetivo avaliar as respostas termorreguladoras de ovelhas da raça Morada Nova de diferentes cores de pelame ao longo do ano, através dos principais mecanismos de trocas térmicas com o ambiente. Espera-se oferecer informações que possam contribuir para a seleção de animais termotolerantes, capazes de apresentar um bom desempenho em sistema de produção extensivo na Caatinga, tornando a raça atrativa e com isso auxiliar sua conservação e melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do ambiente

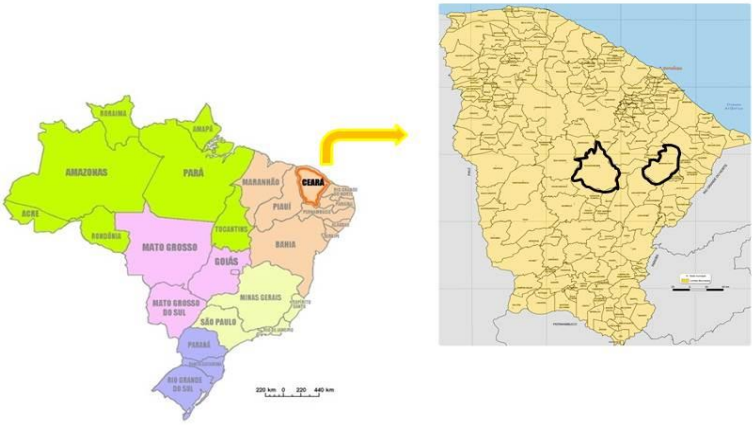
O trabalho foi conduzido em três rebanhos comerciais que utilizam a raça Morada Nova, sendo um localizado na cidade de Quixeramobim, na região do Sertão Central e dois no município de Morada Nova, na região do Vale do Jaguaribe, conforme a Figura 1.

O ambiente no qual os animais eram criados é inserido na região equatorial semiárida do Brasil, no Bioma Caatinga, um ecossistema complexo com elevada biodiversidade animal e vegetal, com predominância de plantas xerófitas e hiperxerófitas. O extrato herbáceo geralmente é composto por espécies anuais e o extrato arbustivo-arbóreo principalmente por cactáceas e espécies lenhosas caducifólias (BRAGA, 1976).

O clima local é caracterizado como sendo do tipo BSwh', segundo a classificação de Köppen, que significa clima muito seco e quente, com estação chuvosa no verão, elevada temperatura do ar e baixa precipitação pluviométrica ao longo do ano, concentrada em um período de 3 a 4 meses. O domínio da Caatinga é caracterizado por uma forte irregularidade climática, apresentando os valores meteorológicos mais extremos do país: a mais forte

insolação, a mais baixa nebulosidade, as mais altas médias térmicas, entre 25° e 30° C, as mais elevadas taxas de evaporação e, sobretudo, os mais baixos índices pluviométricos, em torno de 500 a 700 mm anuais, com grande variabilidade espacial e temporal, sendo comum à ocorrência de duas estações ao longo do ano: o período chuvoso, de fevereiro até Maio e o período seco, de Junho a Janeiro (REDDY, 1983; SAMPAIO, 2003).

Figura 1 Representação da localização geográfica do estado do Ceará e das cidades de Quixeramobim e Morada Nova, onde foram realizadas as coletas de dados nos animais do presente estudo.



Na Tabela 1 pode-se verificar que todos os rebanhos estão inseridos em regiões com baixa latitude, nas quais as variações anuais de temperatura do ar e fotoperíodo são irrisórias, havendo variação apenas na precipitação pluviométrica e na umidade do ar.

Tabela 1 Posição geográfica e número de informações de cada rebanho avaliado

Localização	Rebanho	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Número de ovelhas	Número de dados
Morada Nova	1	5°04’17”	38°23’40”	115	40	250
Morada Nova	2	5°09’02”	38°18’29”	39	40	270
Quixeramobim	3	5°04’74”	39°51’73”	173	41	248

Durante o período seco, que apresenta duração mais longa no ano, os animais são expostos a condições ambientais com elevada incidência de radiação, alta temperatura do ar e baixa umidade relativa. Já no período chuvoso, a maior diferença é relacionada à maior umidade do ar, que pode dificultar o conforto térmico dos animais pela dificuldade de eliminação do calor pelos mecanismos latentes. Esses fatores são ainda mais agravados considerando que os animais da raça Morada Nova são criados, geralmente de forma extensiva, expostos ao ambiente tanto no período de seca ou de chuva.

Caracterização dos rebanhos avaliados

Foram coletados dados em três rebanhos comerciais distintos, caracterizados a seguir:

Rebanho 1: Fazenda Ilha Grande

Propriedade de porte médio no qual a ovinocultura é atividade secundária, sendo a principal fonte de renda a criação de bovinos leiteiros. A Morada Nova é a única raça de ovinos na fazenda, que possui cerca de 150 cabeças, todas da variedade vermelha. Os animais são mantidos a campo durante o dia, pastando em vegetação da Caatinga, mesmo no período seco do ano, quando há menor disponibilidade de forragem. No final do dia são recolhidos às instalações da fazenda, onde recebem suplementação mineral. A média de peso vivo dos animais desse rebanho foi de 28,46kg, durante o período experimental. Por se tratar de um rebanho pertencente ao núcleo de conservação *In Situ* da raça o manejo reprodutivo é assistido por uma equipe específica, sendo utilizada monta controlada e todos os animais são registrados na Associação dos Criadores de Ovinos (ARCO).

Rebanho 2: Fazenda São Francisco

A propriedade apresenta a ovinocultura como atividade secundária à criação de vacas leiteiras. É uma propriedade inserida em um Perímetro Irrigado de Prática Familiar, sem contratação de mão-de-obra externa. A única raça de ovinos explorada é a Morada Nova, com cerca de 200 cabeças de animais registrados pela ARCO, todos da variedade vermelha. O manejo dos animais consiste basicamente em soltá-los os para pastejo na Caatinga durante o dia e recolhê-los para as instalações à noite, onde recebem suplementação mineral. Os animais apresentaram média de peso vivo de 27,4kg durante o período experimental. Este rebanho

também pertence ao Núcleo de Conservação *In Situ* da raça, por isso tem seu manejo reprodutivo controlado, realiza uma estação de monta ao longo do ano e os animais são monitorados através da escrituração zootécnica.

Rebanho 3: Fazenda Reunidas Jacaraú

A propriedade possui grande extensão territorial, abrangendo um extenso território. Está localizada no município de Quixeramobim. Na época da coleta de dados não havia outra atividade pecuária explorada na fazenda, exceto a ovinocultura. O rebanho era composto somente por animais da raça Morada Nova variedade branca, com aproximadamente 200 cabeças. O manejo dos animais era realizado de forma extrativista, sendo os animais soltos em extensas áreas de campo durante o dia, tendo que percorrer vários quilômetros à procura de alimentos. No período da noite os animais retornavam à fazenda. Poucas práticas de manejo eram adotadas na fazenda, mas mesmo diante de tal cenário, os animais apresentaram a maior média de peso vivo, que foi 35,3 kg, sendo que o animal mais pesado chegou a atingir 49,5kg.

Animais

Foram utilizadas 40 fêmeas adultas e sadias, por rebanho, acompanhadas mensalmente durante sete meses consecutivos, com início no mês de Abril. Foram escolhidas para o trabalho ovelhas adultas em idade reprodutiva, secas e não lactantes. Os animais foram classificados em 4 grupos de acordo com a coloração do pelame, que variou do vermelho escuro ao branco. Os animais de cor vermelha foram classificados em: Grupo 1, constituído por animais com tonalidade escura; Grupo 2, formado por pelagem de tonalidade intermediária; Grupo 3, compreendia os animais com tonalidade clara; o Grupo 4, foi composto por ovelhas de pelagem branca (Figura 2).

Figura 2 Representação dos grupos de animais da raça Morada Nova, formados em função da cor do pelame, no qual o grupo 1 representam os animais com pelagem vermelho escuro, grupo 2 pelagem vermelho intermediário, grupo 3 pelagem vermelho claro e o grupo 4 os animais com pelagem totalmente branca.

Fonte: Arquivo Pessoal

Coleta de dados

As coletas foram realizadas mensalmente, durante sete meses consecutivos, com início em Abril (época chuvosa) e término no mês de Outubro (época seca). Cada rebanho foi avaliado em um dia individual, totalizando três dias consecutivos de coletas por mês. As medições eram realizadas sempre no período entre as 11h00min às 14h00min, quando se verificava maior incidência de radiação solar direta. Antes de iniciar as coletas os animais ficavam expostos à radiação solar, por no mínimo 30 minutos, com a finalidade de promover o acionamento das repostas termorreguladoras.

Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram registradas continuamente ao longo do dia, de modo que cada observação foi realizada ao mesmo tempo em que as variáveis fisiológicas foram coletadas nos animais. A temperaturas do ar (T_A;°C) e do bulbo úmido (Tbu;°C) foram registradas através de um psicrômetro portátil. A velocidade do vento (Vv; m.s-¹) foi obtida no mesmo local onde estava inserido o globo negro com um anemômetro portátil (MODELO AVM-07).

A pressão parcial de vapor foi obtida usando a seguinte equação:

$$Pp = Ps\{Tbu\} - PatmY(TA - Tbu), \quad (1)$$

no qual, Ps{Tbu} é a pressão de saturação a temperatura do bulbo úmido, Patm é a pressão atmosférica (kPa), Y é a constante psicrométrica à temperatura do ar (°C), T_A é a temperatura do ar (°C) e Tbu é a temperatura do bulbo úmido (°C). O globo negro (T_G;°C) foi posicionado na mesma baia no qual os animais eram avaliados, a partir dessa variável foi possível calcular a Temperatura Radiante Média (TRM) de acordo com Silva (2000) e depois estimar a Carga Térmica Radiante (CTR, W.m-²) através da equação: $CTR = \sigma TRM^4$.

Para a análise estatística, a CTR foi agrupada em cinco classes: classe 500 foi formada por valores de CTR abaixo de 600 W.m-²; classe 600 agrupou os valores 600 ≥ 700W.m-²; a classe 700 correspondeu aos valores 700 ≥800 W.m-²; a classe 800 foi formada por valores entre 800 ≥ 900W.m-² e finalmente os valores de CTR acima de 900 W.m-² foram inseridos na classe 900.

Variáveis Fisiológicas

A temperatura retal (TR,°C) foi registrada através de um termômetro clínico digital com escala até 44º C, inserido diretamente no reto do animal a uma profundidade aproximada de 5 cm, em contato direto com a mucosa. A frequência respiratória (FR, movimentos por minuto) foi aferida pela contagem direta dos movimentos dos flancos durante um minuto. A temperatura da superfície corporal (TS, °C) foi medida com um termômetro de infravermelho (Modelo Dt 8550) em três regiões do corpo (pescoço, flanco e garupa) e depois foi calculada a temperatura de superfície média.

Evaporação cutânea (W.m-²)

Para a determinação da evaporação cutânea (EC, W.m-²) foi utilizada uma cápsula ventilada acoplada a um desumidificador (Figura 3). O ar ambiente é aspirado para dentro de

um tubo Falcon contendo a sílica. O aparelho foi fixado na superfície corporal do animal por 90 segundos, nesse período a sílica que absorveu a umidade eliminada da superfície corporal dos animais. Após esse tempo os frascos com absorvente foram removidos, selados e pesados. A diferença de peso entre antes e depois do processo representa a quantidade de água evaporada que foi absorvida. A partir desses dados a EC foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$EC = \frac{X\lambda}{AT} \ \text{W.m}^{-2}, \qquad (2)$$

no qual X (g) refere-se à diferença do peso da sílica entre antes e depois da avaliação do animal, λ é o calor latente de vaporização da água (J.g-¹), A é a área da cápsula acoplada nos animais (A=0,002123m²) e T é o tempo de contato entre a cápsula e a superfície do animal (T=90 segundos).

Figura 3 Cápsula acoplada a um desumidificador utilizado para avaliar a evaporação cutânea na região do flanco e pescoço

Fonte: Arquivo Pessoal

Evaporação respiratória (W.m-²)

A evaporação respiratória foi obtida através da metodologia estimada conforme Silva (2002), específica para ovinos.

$$E_R = \lambda\rho^{-1}\dot{m}\,(\Psi\text{EXP} - \Psi\text{A})/\text{A} \quad (\text{W.m}^{-2}) \qquad (3)$$

No qual A (m²) é a área da superfície corporal do animal, que foi estimado pela equação $A=0{,}6265e^{0{,}013P}$, P é o peso corporal do animal (kg), λ é o calor latente de vaporização da água (J.g-¹), ρ é densidade do ar (kg.m^{-3}), o valor de $\dot{m}$ (g.s^{-1}) foi estimado por $\dot{m} = V_{RC}\rho\left(\frac{FR}{60}\right)$, onde o volume respiratório corrente (V_{RC}, m³ de ar por respiração) foi obtido de acordo com Silva (2002) e FR é a frequência respiratória (movimentos por minuto).

A umidade absoluta do ar expirado (ΨEXP, g.m-³) e do ar (ΨA, g.m^{-3}), foram calculados respectivamente pelas seguintes equações:

$$\Psi_{EXP} = 2166.87 P_S\{T_{EXP}\}/T_{EXP} \quad (4)$$

$$\Psi_A = 2166.87 P_P\{T_A\}/T_A \quad (5)$$

De forma que $P_P\{T_A\}$é a pressão parcial de vapor à temperatura do ar (kPa) e $P_S\{T_{EXP}\}$ é a pressão de saturação do ar expirado. A temperatura do ar expirado (T_{EXP}, K) foi estimado pela equação de Silva (2002), com elevado coeficiente de determinação (R^2=0,964).

Convecção

A perda de calor por convecção da superfície corporal dos animais foi estimada pela seguinte equação:

$$HC = \frac{\rho c_p (TS - T_A)}{r_H} \quad W.m^{-2} \quad (6)$$

No qual, T_A e TS representam a temperatura do ar (°C) e a temperatura de superfície corporal dos animais (°C). r_H é a resistência térmica do tecido à convecção (s.m-¹)

$$r_H = \frac{\rho c_p d}{k N_u} \quad s.m^{-1} \quad (7)$$

A dimensão característica do corpo (*d*) foi considerada como a raiz quadrada da área de superfície corporal, estimada a partir do peso corporal pela equação $As = 0.171P^{0.503}$ (m², conforme BENNETT, 1973), ρ representa a densidade do ar (g m^{-3}), c_ρ é o calor específico do ar (J g^{-1} K^{-1}), *k* é a condutividade térmica do ar (W m^{-1} K^{-1}).

O número de Nusselt (Nu) foi estimado para cilindro horizontal de acordo com Churchill e Bernstein (1977), sendo os valores adimensionais de Reynolds, Prandtl e Grashorf estimados de acordo com as equações propostas por Silva (2008).

Radiação

As trocas térmicas por radiação foram estimadas de acordo com a seguinte equação:

$$HR = \frac{\rho c_P (TS - TRM)}{r_R} \quad (8)$$

No qual, TS representam a temperatura de superfície corporal dos animais (K) a TRM temperatura radiante média (K) obtida conforme Silva (2000). r_R é a resistência térmica à radiação (s.m-¹).

$$r_R = \frac{\rho c_P}{4\varepsilon\sigma T m^3} \quad (9)$$

Onde ε é a emissividade do corpo (ε=0,98), σ é a constante de Stefan-Boltzmann (σ=5,67051x10^{-8} W m^{-2} k^{-1}) e Tm é a temperatura média estimada pela equação Tm = 0,5 (TS+TMR).

Análise estatística

Os dados foram analisados usando –se o programa SAS por meio do seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijklm} = \mu + Ani_i + M_j + C_k + CTR_l + C(CTR)_{kl} + bCTR + bCTR^2 + bP + bP^2 + \varepsilon_{ijklm}$$

No qual, Ani_i é o efeito aleatório dos animais; M_j é o efeito fixo do j-ésimo mês de coleta (i = Março, Abril, ..., Outubro); C_k é o efeito fixo do k-ésimo grupo de cor de pelame (k= vermelho escuro, intermediário,..., branco), CTR_l é o efeito fixo da l-ésima classe de Carga Térmica Radiante (l=500, 600,700, 800 e 900), $C(CTR)_{kl}$ é a interação entre o *kth* grupo de cor de pelame com a *lth* classe de CTR, bCTR e $bCTR^2$ são os coeficientes de regressão linear e quadrática da Carga Térmica Radiante, bP e bP^2 são os coeficientes de regressão linear e quadrática do peso, μ é a média geral e ε_{ijklm} é o efeito residual inerente a *mth* observação y_{ijklm}.

As análises de variância foram realizadas pelo PROC MIXED (SAS) com o tempo como medida repetida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura do ar (T_A,°C) foram acima de 30°C durante todo o período experimental nos rebanhos avaliados (Tabela 2). A amplitude térmica anual foi de aproximadamente 4,5°C entre os meses, a qual pode ser considerada bastante inferior à verificada em regiões de clima temperado. A menor média (30,2°C) foi registrada em Abril e a maior (34,7°C), no mês de Setembro.

Tabela 2 Variáveis ambientais registradas em cada rebanho durante o período experimental

Mês	T_A(°C)	T_G(°C)	Vv(m/s)	P_p(KPa)	CTR(W.m-²)	P(mm)
			Rebanho 1			
Abril	30,2	37,8	0,6	2,8	609,2	19,5
Maio	31,4	41,3	0,6	2,9	666,5	0,0
Junho	34,3	43,6	0,5	2,5	659,8	21,0
Julho	33,6	48,5	1,4	2,2	869,6	0,0
Agosto	32,9	48,7	1,6	1,9	917,1	0,0
Setembro	34,7	52,5	1,3	1,2	909,5	0,0
Outubro	34,3	49,1	1,7	1,7	927,7	0,0
Média	33,2	46,2	1,1	1,9	798,6	40,0*
			Rebanho 2			
Abril	32,2	43,0	1,4	2,8	767,6	85,4
Maio	31,7	39,9	1,6	2,5	709,3	5,0
Junho	33,1	44,2	1,9	2,4	766,3	44,0
Julho	31,9	42,4	0,5	3,1	667,9	10,0
Agosto	32,9	45,1	0,5	1,6	772,8	0,0
Setembro	34,1	48,7	0,6	1,2	817,1	0,0
Outubro	33,9	48,5	0,9	1,3	816,8	0,0
Média	33,7	47,5	0,9	2,5	800,9	144,4*
			Rebanho 3			
Abril	30,6	41,1	1,3	2,9	707,8	52,5
Maio	30,4	40,0	1,3	2,9	747,2	27,5
Junho	31,5	41,1	0,5	2,7	669,5	21,0
Julho	31,9	47,4	1,0	1,9	886,4	8,0
Agosto	32,2	43,9	1,5	1,7	795,8	0,0
Setembro	31,2	38,2	1,3	1,6	652,8	0,0
Outubro	33,9	45,8	2,7	1,1	870,1	0,0
Média	31,7	42,9	1,4	2,3	761,9	109,0*

T_A = temperatura do ar, T_G = temperatura do globo negro, Vv = velocidade do vento, Pp= pressão parcial de vapor, CTR = Carga Térmica Radiante e P = precipitação pluviométrica FUNCEME; * Total de chuvas acumulado durante o estudo.

A Carga Térmica Radiante (CTR, W.m-²) está intimamente relacionada às trocas por radiação entre o animal e o ambiente. O ideal para que um ambiente seja considerado termoconfortável é que a CTR seja baixa (SILVA, 2000); porém, os valores registrados foram elevados nos três rebanhos em todos os meses de coleta, com maiores médias a partir do mês de Junho, quando iniciou o período seco do ano, provavelmente devido à menor nebulosidade que ocorre no período, fazendo com que uma maior quantidade de radiação atinja a superfície do local. Os valores de CTR e T_A são característicos de regiões de baixa latitude, que apresentam pequena variação dos níveis de radiação e temperatura do ar ao longo do ano,

diferente de ambiente com elevada latitude no qual há maior variação em função das estações do ano. Contudo, animais pouco adaptados necessitam de manejo ambiental para garantir sua sobrevivência, eficiência reprodutiva e bom índice produtivo. O estresse prolongado pode causar alterações na saúde dos animais e afetar os índices produtivos (MARAI et al., 2007; McMANUS et al., 2009) . Façanha-Morais et al., (2008) avaliaram o estresse térmico de animais criados em ambiente Semiárido, observaram que nos meses mais quentes a CTR alcançava valores em média de 801,47 W.m-², além de um aumento da temperatura retal e da frequência respiratória, assim como redução significativa na concentração dos hormônios da tireóide, cujos efeitos calorigênicos tendem a ser reduzidos em situações de estresse térmico. No entanto, os autores alertam para o fato de que uma redução nas concentrações dos hormônios tireoideanos pode ter reflexos negativos em importantes funções orgânicas ligadas ao desempenho, uma vez que agem em sinergismo com hormônios como a prolactina e o hormônio do crescimento. Assim, é importante identificar raças ou demais grupos genéticos com comprovada eficiência de termólise, além de garantir proteção aos animais contra o superaquecimento nas épocas mais quentes do ano.

A pressão parcial de vapor (P_P, kPa) foi mais elevada nos meses de Abril a Junho em todos os rebanhos, que correspondem ao período chuvoso. No Semiárido brasileiro as chuvas são geralmente mal distribuídas ao longo do ano, concentradas no primeiro semestre e escassas a partir do mês de Maio. Com isso, os animais que pastam durante o dia estão expostos a elevada T_A, alta CTR e baixa umidade do ar, durante a maior parte do ano. Tais características podem ser estressantes para os animais, que terão que intensificar os mecanismos de termorregulação, podendo acarretar desgastes físicos, caso não sejam protegidos contra o excesso de radiação solar. Por outro lado, nos meses mais úmidos pode haver redução no acionamento de mecanismos evaporativos, com consequentes dificuldades nos processos de termólise cutânea e respiratória. Assim, ressalta-se a necessidade de sombra e da adoção de instalações adequadas, mesmo para animais localmente adaptados.

Na Tabela 3 verifica-se que as cores de pelagem dos grupos 1, 2 e 3 apresentaram comportamento semelhante entre si para todas as variáveis fisiológicas avaliadas, as quais foram diferentes dos animais com pelagem branca (Grupo 4). As médias da FR e ER foram mais elevadas nos animais com pelagem vermelho escuro (93 mov.min-¹ e 26,6 W.m-²) e vermelho intermediário (93 movi.min-¹ e 26,3 W.m-²), demostrando que os animais que apresentavam cor de pelagem mais escura tiveram maior necessidade de dissipar calor através

do trato respiratório, para evitar a elevação da TR. É importante ressaltar a maior homogeneidade dos animais com pelagem vermelha, e a diferença das respostas fisiológicas desses com os da variedade branca, que apresentaram menores médias para TR, FR, ER e maior média de evaporação cutânea (EC), perda de calor por convecção (HC) e ganho de calor por radiação (HR).

Tabela 3 Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), perda de calor por evaporação cutânea (EC), perda de calor por evaporação respiratória (ER), perda de calor por convecção (HC) e ganho de calor por radiação (HR) de acordo com acor de pelagem e os meses de coleta em ovelhas da raça Morada Nova criadas em ambiente Semiárido

Efeito	TR (°C)	FR(mpm)	ER(W.m-²)	EC(W.m-²)	HC(W.m-²)	HR(W.m-²)
Cos de Pelagem						
Escuro	39,3^{ab}±0,06	93^{a}±3,3	26,62^{a} ±0,3	225,1^{b}±4,5	7,4^{b}±0,9	228,9^{b}±2,1
Intermediário	39,4^{a}±0,06	93^{a}±3,1	26,3^{a}±0,2	222,9^{b}±4,8	6,2^{b}±0,8	230,7^{b}±2,0
Claro	39,4^{a}±0,05	92^{a}±2,9	26,5^{a}±0,2	217,1^{b}±4,6	7,8^{b}±0,8	229,8^{b}±1,9
Branco	39,2^{b}±0,005	65^{b} ±2,8	27,5^{b}±0,2	269,3^{a}±4,6	11,7^{a}±0,8	252,6^{a}±1,9
Mês						
Abril	39,5^{a}±0,05	79^{b}±3,5	24,7^{d}±0,3	243,1^{b}±6,7	7,4^{ab}±1,2	242,9^{a}±2,6
Maio	39,4^{a}±0,05	81^{b}±3,3	24,3^{d} ±0,2	292,4^{a}±6,3	6,3b^{bc}±1,1	223,6^{c} ±2,4
Junho	39,3^{b}±0,05	96^{a}±3,2	26,7^{c} ±0,2	245,1^{b}±6,1	5,7^{c}±1,0	229,7^{b}±2,3
Julho	39,2^{c}±0,04	82^{b}±3,2	27,9^{b} ±0, 2	240,4^{b}±5,9	8,2^{c}±1,1	234,8^{b}±2,3
Agosto	39,3^{b}±0,05	78^{b}±3,3	29,3^{a} ±0,2	220,2^{c}±6,3	11,1^{a}±1,1	235,6^{b}±2,4
Setembro	39,4^{a}±0,05	92^{a}±3,3	26,4^{c} ±0,2	193,2^{d}±6,3	5,7^{c}±1,1	242,6^{a}±2,4
Outubro	39,2^{c}±0,05	91^{a}±3,5	27,8^{b} ±0,3	200,8^{d}±6,6	11,6^{a}±1,1	239,2^{ab}±2,5

Médias seguidas da mesma letra, para cada efeito não difere (P>0,05) pelo teste de Tukey

A transferência de calor por radiação (HR) é uma característica muito ligada à coloração da capa externa e às condições ambientais às quais os animais são expostos. Foi verificado que os animais com pelagem branca ganharam mais calor por radiação térmica quando comparado com os de pelagem vermelha (Tabela 3). Os meses de Abril, Setembro e Outubro representaram os maiores ganhos de calor por HR pelos animais. Maia et al., (2014) relataram uma absorção de radiação térmica oito vezes menor nos animais protegidos da radiação solar direta, de forma que, independente da cor da pelagem, a absorção de calor via radiação térmica foi muito inferior nos animais manejados à sombra, esse resultado reforça a

importância de oferecer sombra para os animais como forma de reduzir essa via de ganho de calor pelos animais.

As médias de TR apresentaram pouca variação em relação aos meses de coleta e mantiveram-se dentro de valores considerados normais para a espécie (SWEENSON & REECE, 1996), evidenciando que os mecanismos termorreguladores acionados pelos animais foram capazes de compensar o estresse ambiental no qual estavam expostos (Tabela 3). A menor média para essa variável (39,2°C) foi verificada no meses de Julho e Outubro, ao passo que o maior valor (39,5°C) foi registrado em Abril. Apesar da variação ter sido somente de 0,3°C, as maiores médias de TR verificadas no período chuvoso podem ser atribuídas às menores médias de FR, também registradas nesse período, o que resultou em menor dissipação de calor através da termólise evaporativa respiratória, considerada um dos principais mecanismos de perda da espécie ovina (HALES & WEBSTER, 1967). A média da frequência respiratória (FR) foi maior nos meses de Junho, Setembro e Outubro (96, 92 e 91 movimentos por minuto, respectivamente), esse aumento pode estar associado aos maiores valores de CTR e T_A registrados durante esses meses.

A evaporação cutânea (EC) representou a principal forma de perda de calor utilizada pelos animais para manter o equilíbrio térmico. A maior média da EC foi registrada no mês de Maio (292,4 W.m-²), responsável por 90% do total das perdas de calor (Tabela 3). As menores médias foram registradas nos meses de Setembro (193,2 W.m-²) e Outubro (200,8 W.m-²), representando 85 e 83% do total das perdas, respectivamente. Em ambiente tropical, a temperatura do ar tende a ser muito próxima, ou até mesmo mais elevada, que a temperatura corporal, principalmente quando os animais estão expostos à radiação solar direta. Nessas condições, a perda de calor por evaporação torna-se o mecanismo de dissipação térmica mais eficiente (SILVA, 2008; MAIA et al., 2005; SILVA & MAIA, 2013). Contudo, a habilidade dos animais em resistir ao ambiente quente é proporcional a sua capacidade de dissipar calor pelos processos evaporativos (SILVA et al., 2002; MAIA et al., 2005; MAIA et al., 2008).

Os valores de EC, encontrados no presente trabalho, foram superiores ao reportado por Silva & Starling (2003), de 46,14 $W.m^{-2}$, em ovinos lanados e ao encontrado por Ligeiro et al., (2006) de 76,17 W.m-², com caprinos da raça Saanen, sendo próximos aos apresentados por bovinos de 350 W.m-² (MAIA et al., 2005) e 240 W.m-² (HILLMAN et al., 2001). Essa comparação entre os diferentes trabalhos é válida no sentido de explicar as diferenças que podem ser encontradas na termólise evaporativa cutânea quando se utilizam diferentes

metodologias, espécies, raças com cobertura externa peculiar, sobretudo se forem submetidas a diferentes condições ambientais e formas de exposição ao calor. É importante ressaltar que a sudação é um mecanismo de grande eficiência para a termólise, mas que pode ser alterado em função desses múltiplos fatores mencionados. Assim, cada estudo requer uma abordagem e uma avaliação particular.

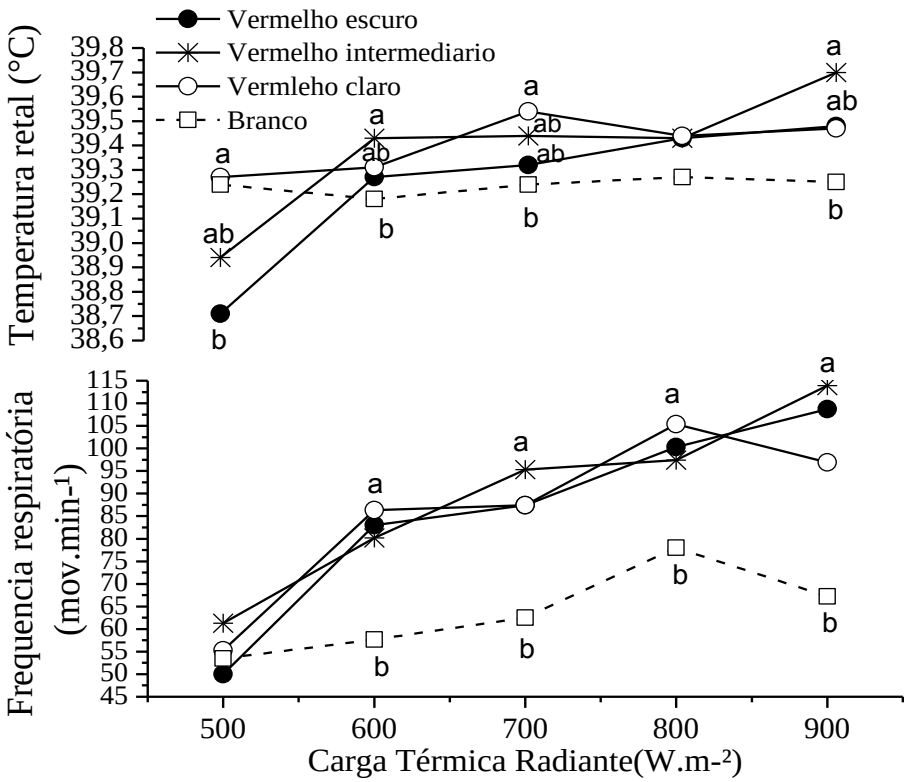
A perda de calor por evaporação respiratória (ER, W.m-²) foi maior nos meses de Agosto (29,3 W.m-²), Julho (27,9 W.m-²) e Outubro (27,8 W.m-²) o que representou 11, 10 e 11 % do total das perdas de calor, respectivamente. Segundo Maia et al., (2005), em ambiente com elevada temperatura do ar a evaporação cutânea é o principal mecanismo para perda de calor do animal para o ambiente, representando 85% do total das perdas de calor, e o restante ocorre através das vias respiratórias e em menor proporção pela convecção. Oliveira e Costa (2013) estimaram ER em ovinos da raça Morada Nova e encontraram valores próximos ao do presente trabalho de 12 à 38 W.m-², essa variação ocorreu em função do aumento da temperatura do ar.

Os resultados do presente estudo mostraram que a perda de calor sensível que ocorre pela convecção (HC, W.m-²) e radiação (HR, W.m-²) foram pouco eficientes para auxiliar o equilíbrio térmico nos animais, e podendo, até mesmo, ser uma fonte de ganho de calor do ambiente para o animal, como foi verificado para a radiação térmica. Os mecanismos sensíveis de troca de calor dependem de um gradiente de temperatura entre o animal e o ambiente, e se tornam ineficazes quando essa diferença das temperaturas são muito próximas ou não existe (SILVA, 2008). Nos meses de Maio e Junho a HC foi inexpressiva para a perda de calor representando somente cerca de 2% do total da transferência de calor do animal para o ambiente. Mesmo quando foi registrada a maior média, de 11,6 W.m-², referente ao mês de Outubro, a HC representou aproximadamente 5% do total das perdas, quando geralmente foram registrados as maiores velocidades dos ventos.

A transferência de calor por radiação representou um mecanismo apenas de ganho de calor do ambiente para os animais, durante todos os meses avaliados, provavelmente explicado pela variação da CTR também verificada entre os meses (Tabela 3). Os maiores ganhos de calor por radiação foram registrados nos meses de Abril (242,9 W.m-²), Setembro (242,6 W.m-²) e Outubro (239,2 W.m-²). Os resultados mostraram que essa via de ganho de calor deve ser controlada por mudanças no manejo dos animais, evitando a exposição direta ao sol nos horários mais quentes do dia.

Todos os grupos conseguiram manter a homeotermia de forma que os animais de pelagem branca apresentaram menores médias para temperatura retal (TR) em todas as classes de CTR avaliados (Figura 4). Não houve diferença entre os animais de pelagem vermelha, grupos 1, 2 e 3. Os animais que compuseram o grupo 1 e 2, com pelame mais escuro, apresentaram maiores variações das médias de TR de acordo com o gradiente de CTR, o que pode ser resultado da maior absorção de calor que correspondeu a maior aquecimento corporal. Os animais de coloração branca foram os que menos variaram a temperatura retal que mesmo com a CTR quase duplicada conseguiram manter a temperatura corporal constante, o que pode ser um bom indicativo de homeotermia. Silanikove (2000) cita a TR e FR como importantes características para serem monitoradas em animais que estão expostos a estresse ambiental. Gebremedhin et al., (2008) consideram a TR como o indicador mais confiável para avaliar o estresse térmico.

Figura 4 Variação da temperatura retal e da frequência respiratória de ovelhas da raça Morada Nova de diferentes cores de pelame em função da classe de Carga Térmica Radiante em ambiente semiárido da baixa latitude

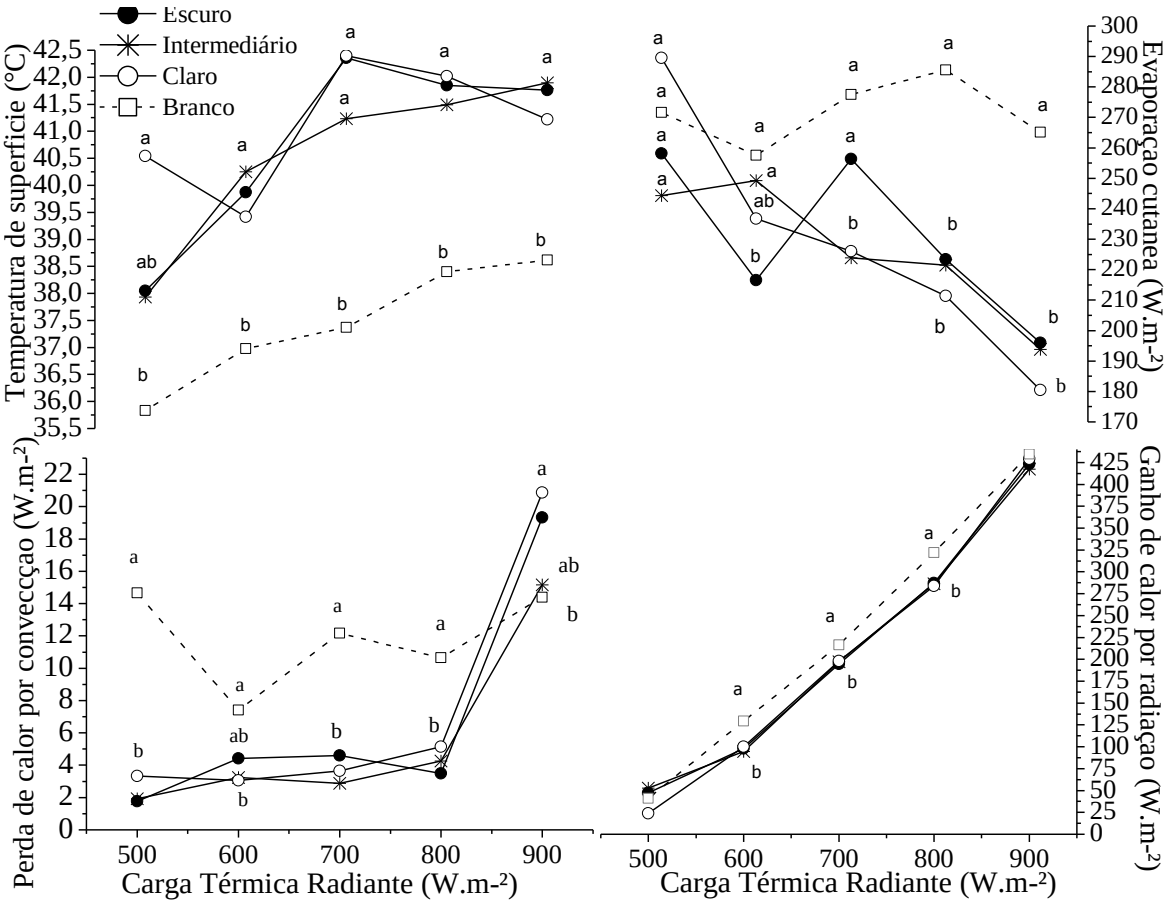


Em relação à frequência respiratória (FR), verificou-se diferença significativa entre os quatro grupos de cores de pelame em função da CTR (Figura 4), de forma que, quando o ambiente apresentou CTR de 500 W.m-² não houve diferença significativa entre os grupos. No entanto, a partir de 600 W.m-² os animais de pelagem branca apresentaram as menores médias de FR em relação aos demais grupos. Os animais de diversos tons de pelame vermelho não apresentaram diferenças significativas entre si indicando que não houve diferença na absorção de radiação e aquecimento corporal entre os animais de pelagem vermelha, importante estímulo para o acionamento da FR. Todos os grupos apresentaram aumento da FR com aumento da CTR, esta elevação foi mais pronunciada nos animais com cor de pelagem vermelha, de todos os tons, que aumentaram em até 107% a FR quando a CTR passou de 500 para 900 $W.m^{-2}$. Este comportamento não foi observado nos animais de pelame totalmente branco, que mesmo expostos aos mesmos níveis de CTR dos demais grupos, apresentaram menor variação da FR, de 59 para 68 movimentos/min, ou seja, um aumento de somente 15% ao longo dos extremos de radiação.

Em relação à temperatura de superfície (TS), verificou-se que os animais com pelagem vermelha apresentaram maior média dessa variável quando comparado com os de pelagem branca (Figura 5). Este resultado pode ser explicado pela maior refletância da pelagem com menor pigmentação, resultando em menor absorção da radiação solar pelos animais de pelagem branca. Mesmo que os animais de pelagem vermelha tenham apresentado diferenças em relação à tonalidade, que variou do escuro ao claro, não houve diferenças dentro desse grupo de animais em relação à TS. Hansen (2004) também relatou aumento na refletividade da radiação solar incidente sobre animais de pelagem branca em relação aos de pelagem escura. Silva et al., (2003) avaliaram a refletância (ρ) em várias cores de pelagem, e observaram que houve diferença na ρ dos animais da raça Holandesa e Simental de pelagens vermelha e branca, de forma que os animais com pelagem branca apresentaram ρ mais elevada quando comparada com os animais de pelagem vermelha, avaliados em comprimento de onda de 300-850nm. Diante desse contexto, fica claro que animais de pelagem mais escura tendem a absorver mais energia radiante e consequentemente, se tornaram mais quentes quando comparados aos de pelagem branca (SILVA, 1998). Desta forma, as ovelhas com pelagem totalmente branca podem ser mais vantajosas em sistema de criação extensivo, desde que apresentem a epiderme pigmentada, pois a radiação de ondas curtas, incluindo a ultravioleta, é transmitida mais intensamente pela pelagem branca (SILVA et al., 2003).

Em região de baixa latitude quando os animais são criados soltos e expostos à radiação solar direta, o ideal, seria utilizar animais com epiderme fortemente pigmentada, pois nesse ambiente a necessidade de proteção dos animais contra a radiação de ondas curtas, principalmente dos raios ultravioleta, é superior à necessidade de evitar o aquecimento do corpo (SILVA et al., 2003). No presente trabalho todos os animais de pelagem vermelha apresentaram a epiderme fortemente pigmentada, apesar da maior absorção de energia térmica, a adoção desses grupos de animais é vantajosa pois acionam os mecanismos de termorregulação para manter a temperatura interna dentro dos limites normais para a espécie. Por outro lado, os animais de pelame totalmente branca encontram-se atualmente em processo adaptativo de forma que parte dos animais apresentam a epiderme pigmentada e outros não.

Figura 5 Variação da temperatura de superfície, das perdas de calor por evaporação cutânea, por convecção e trocas de calor por radiação em ovelhas da raça Morada Nova de diferentes cores de pelame, em função da carga térmica radiante em ambiente semiárido de baixa latitude



O maior aquecimento da superfície dos animais pode resultar em aumento da evaporação cutânea (DMI'EL & ROBERTSHAW 1983; SILVA & MAIA 2011; SILVA et al., 2012). Era esperado que os animais com pelagem mais escura apresentassem maiores médias de EC do que os de pelagem branca, devido ao maior aquecimento corporal, no entanto, as condições ambientais nos quais os animais encontram inseridos, principalmente a umidade relativa do ar assim como a velocidade do vento podem ter afetado na eliminação de calor via EC. Foi observado que os animais de pelagem branca, que aqueceram menos, apresentaram maior EC, a partir da classe de CTR acima de 700 W.m-² (Figura 5). Antes dessa classe não foi verificada diferenças significativas para EC entre os grupos avaliados. Possivelmente outros fatores podem esta influenciando a maior EC como velocidade do vento e umidade relativa do ar. Costa et al., (2014) encontraram resultados similares ao presente trabalho, no qual cabras com pelagem preta apresentaram TS mais elevada e os animais de pelagem branca maior EC, sugerindo que a perda de calor por evaporação cutânea não deve ser simplesmente explicado pelo aumento da temperatura de superfície dos animais e que outro fatores podem acionar esse mecanismo de termólise como quantidade e funcionalidade das glândulas sudoríparas (NAY & HAYMAN, 1956) assim como as propriedades físicas da capa de superfície. Finch et al. (1982), por exemplo, citam que a TR foi a característica mais importante para o acionamento da EC quando comparado com a TS, nas condições ambientais específicas de seu trabalho. Contudo, é possível afirmar que o acionamento da EC pode ocorrer por diferentes fontes e diferenças podem ser encontradas até mesmo dentro de animais da mesma raça.

No presente trabalho, foram encontrados diferenças no acionamento da FR e EC entre os grupos avaliados, de forma que os animais de pelagem vermelha aumentaram a FR como forma intensa de resposta ao estresse térmico, devido ao maior aquecimento corporal. Por outro lado os animais de pelagem branca utilizaram com mais intensidade a perda de calor por evaporação cutânea, e não necessitaram elevar a FR para manter o equilíbrio térmico, fato que pode ser devido ao menor aquecimento corporal nos animais desse grupo. Rai et al. (1979) avaliaram a FR e evaporação cutânea (EC) de ovelhas de diferentes raças e cruzamentos e perceberam um aumento da FR de até 500% nos animais da raça Rambouilet quando a T_A passou de 20 para 42°C, porém nas mesmas condições de ambiente esses animais foram os que acionaram menos a EC em relação às demais raças.

As ovelhas de pelagens com diferentes tonalidades de vermelho apresentaram temperatura de superfície muito próxima da temperatura do ar, o que resultou em menor gradiente de temperatura entre a TS e a T_A (Δ=TS-T_A), principalmente nos valores de CTR até 800 W.m-², fato que resultou em menor perda de calor por convecção (HC). No entanto, quando a Carga Térmica Radiante foi mais elevada (> 800 W.m-²) esses animais apresentaram maior aquecimento corporal aumentando assim o gradiente de temperatura que resultou numa maior perda de calor por convecção, que nestas condições foi mais elevada que os animais de pelagem branca (Figura 5). As maiores médias de HC foi registrada para os animais do grupo 4, nos valores de CTR até 800W.m-². Já os animais de pelagem vermelha não apresentaram diferenças estatísticas entre eles para essa variável. A HC é diretamente influenciada pela velocidade do vento, que pode ter contribuido para maior perda de calor por esse mecanismo nos animais com pelagem branca. Em geral as médias registradas para HC pelos animais foram baixas em todas as classes de CTR, principalmente quando comparamos com valores encontrados por Maia et al., (2014) que analisaram animais com pelagem preta e branca expostos a radiação solar direta, encontrando valores entre 50 W.m-² e 130 W.m-². Neste estudo os valores de velocidade do vento registrada foi superior ao do presente trabalho com média de 3,18 m/s e máxima de 16 m/s, os autores relatam a que a maior perda de calor via conveccção ocorreu no horário da tarde (15h00min) quando a VV foi superior a 5,0 m/s. Assim, pode-se afirmar que nas condições ambientais em que os animais do presente trabalho foram avaliados, a é um mecanismo HC foi pouco expressivo para perda de calor pelos animais.

Em relação à transferência de calor por radiação (HR) todos os grupos avaliados ganharam calor por esse mecanismo (Figura 5), o que ocorreu devido ao gradiente de temperatura negativo entre a TS e a Temperatura Radiante Média (Δ=TS-TRM). Os animais ganharam calor por HR e perderam somente uma pequena parte através da convecção, fato que comprova a baixa eficiência dos mecanismos sensíveis nas condições ambientais no qual os animais estavam expostos. Maia et al., (2014) perceberam que a HR foi influenciada pela cor de pelame dos animais de forma que os animais de pelagem negra apresentaram maior ganho de calor por radiação (320 W.m-²) do que os animais de pelagem branca (180 W.m-²) expostos à radiação de ondas curtas de 800 W.m-². Diante do exposto, era esperado que os animais de pelagem vermelha apresentassem maior ganho de calor por HR do que os brancos, porém, os resultados do presente trabalho mostraram que o ganho de calor por radiação foi

mais elevado nos animais de pelagem branca, nas classes de CTR acima de 600 à 800 W.m-². É importante ressaltar que a proteção dos animais contra a radiação solar direta é a melhor alternativa para reduzir os ganhos de calor por radiação, independente da cor da pelagem dos animais.

Atualmente, existe um programa de seleção dos animais da raça Morada Nova, que considera como principal característica o padrão racial, descrito com base em critérios como cor da pelagem, tamanho de orelha e pigmentação dos cascos e espelho nasal (ARCO, 2016). O reflexo disso é a baixa variabilidade fenotípica dentro dos rebanhos dessa raça. Shiotsuki et al., (2016) avaliaram os critérios de seleção da raça e perceberam que os animais são selecionados basicamente em função de características de exterior como, cor de pelagem, pigmentação dos cascos e ausência de chifres, por exemplo, tais características estavam associadas com baixo peso ao nascer dos animais.

Os animais de pelagem vermelha, com tonalidade escura e clara, e os de pelagem branca são comumente descartados na maioria dos sistemas de criação da raça, com a justificativa de serem menos adaptados às condições nas quais são criados. Os dados do presente trabalho são pioneiros na avaliação dos principais mecanismos de termorregulação das ovelhas da raça Morada Nova com diferentes cores de pelagem expostas à radiação solar direta, e assim pode-se afirmar que os animais de pelagem vermelha, independente da tonalidade, não apresentaram diferenças em relação aos mecanismos utilizados para manter a homeotermia, fato que descarta o pressuposto de que os animais de pelagem vermelha com tonalidade escura ou de tonalidade clara são menos adaptados ao ambiente Semiárido. Os animais de pelagem branca também conseguiram manter o equilíbrio térmico quando expostos aos mesmos níveis de radiação solar dos animais de pelagem vermelha. Esse resultado comprova a capacidade adaptativa da raça Morada Nova, independente da coloração e da variedade. Costa et al. (2015) avaliaram as características fisiológicas dos animais da raça Morada Nova, variedade branca e vermelha e constataram que ambos os grupos conseguiram manter normais alguns indicadores sanguíneos de homeostase, como bioquímica e hemograma, porém a variedade vermelha necessitou realizar maiores ajustes para manter a homeotermia. Além disso, os animais da variedade branca apresentaram escore corporal mais elevado em todas as épocas do ano, confirmando que, além de adaptados, apresentam também um grande potencial para serem adotados em sistemas de produção de carne no semiárido brasileiro, devendo assim ser conservados e multiplicados.

Finalmente, pode-se afirmar que os resultados do presente trabalho podem auxiliar aos produtores da raça Morada Nova a adotarem estratégias de seleção e manejo que melhorem o desempenho dos animais da raça, e assim retirá-los do risco de extinção (SHIOTSUKI et al., 2014), um problema mais drástico quando se trata dos animais da variedade branca, os quais somente são reconhecidos poucos rebanhos comerciais e estes se mostraram um importante material genético, com bom potencial produtivo e adaptado às condições de ambiente quente (RODRIGUES et al., 2009).

CONCLUSÃO

Todos os animais da raça Morada Nova, independente da cor de pelagem, foram capazes de manter a homeotermia, sendo descartada a hipótese de que há diferenças na capacidade adaptativa de acordo com a coloração do pelame. Para tanto foram utilizados mecanismos termorreguladores diferentes entre os animais da variedade branca e vermelha.

Todos podem ser utilizados nos sistemas de produção, fato que promoverá maior progresso genético dos rebanhos. Os animais da variedade branca representam um excelente recurso localmente adaptado do Brasil e devem ser conservados e multiplicados, uma vez que apresentam boa resposta adaptativa ao ambiente com elevados níveis de radiação solar.

REFERÊNCIAS

ARCO, Padrão racial de ovinos Morada Nova. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos, Bagé, Brazil disponível em http://www.arcoovinos.com.br Acesso em Setembro de 2016.

BENNETT, J.W.; Regional body surface area of sheep. **Journal Agriculture Science,** v. 81, p. 429-432, 1973

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510p.

COSTA, W.P.; FAÇANHA, D.A.E.; LEITE, J.H.G.M.; SILVA, R.C.B,; SOUZA, C.H.; CHAVES, D.F.; VASCONCELOS, A.M.; SOTO-BLANCO, B.; VALE, A.M.; PIMENTA FILHO, E.C. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, 36: 4589-4600,2015.

COSTA, C.C.M.; MAIA, A.S.C.; FONTENELE NETO, J.D.; OLIVEIRA, S.E.O.; QUEIROZ, J.P.A.F. Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial

semi-arid environment. **International Journal Biometeorology**, doi 10,1007/s00484-013-0642 2, v. 58, p. 179-184, 2014.

CHURCHILL, S.W.; BERNSTEIN, M. Correlating equation for forced convection from gases and liquids to a circular cylinder in crossflow. **Journal Heat Transfer**, v. 94, p. 300-305, 1977.

DMI'EL, R.; ROBERTSHAW, D. The control of panting and sweating in the black Bedouin goat: a comparison of two modes of imposing a heat load. **Physiol Zool**, v. 56, n. 3, p.404-411, 1983.

FACÓ, O.; PAIVA, S.R.; ALVES, L.R.N.; LOBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V. **Raça Morada Nova: Origem, Características e Perspectivas,** 1st ed, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-Ceará, Brasil, (Documentos 75) 2008.

FAÇANHA-MORAIS, D.A.E.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; VASCONCELOS, A.M.; LIMA, P.O.; GUILHERMINO, M.M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, p. 538-545, 2008.

FAÇANHA, D.A.E.; SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; GUILHERMINO, M.M.; VASCONCELOS, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 837-844, 2010

FINCH, V.A.;BENNETT, I.L.; HOLMES, C.R. Sweating responses in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. **Journal Agriculture Science** (Cambridge) v. 99, p.479-487,1982.

FUNCEME, Fundação Cearence de Meteorologia e Recursos Hídricos, <https://www.funceme.br>, Acesso em Setembro de 2016.

GEBREMEDHIN, K.G.; PORTER, W.P.; CRAMER, C.O. Quantitative analysis of heat exchange though the fur layer of Holstein calves. **Transaction of the ASAE**, v.26, n.1, p.188-193, 1983.

GEBREMEDHIN K.G.; HILLMAN, P.E.; LEE, C.N.; COLLIER, R.J.; WILLARD, S.T.; ARTHINGTON, J.D.; BROWN-BRANDL, T.M. Sweating rates of dairy cows and beef heifers in hot conditions. **Transaction of the ASAE.** v. 51, n. 6, p. 2167–2178, 2008.

HALES, J. R.; WEBSTER, M.E. Respiratory function during the thermaltachypnoea in sheep. **Journal Physiology**, v. 190, p. 241-260, 1967.

HANSEN, P.J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p. 349-360, 2004.

HILLMAN, P.E.; LEE, C.N.; PARKHURST, A. Impact of hair color on thermoregulation of dairy cows to direct sunlight, In: **Annual International Meeting of the ASA**E, Sacramento, Paper n° 014301, 2001.

HOFFMANN I.; Climate changes and the characterization, breeding and conservation of genetic animal resources. **Animal Genetics**, n.41, suppl 1, p. 32-46, 2010.

LIGEIRO, E.C.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BATTISTON, C.M. Heat loss by cutaneous evaporation associated to morphological characteristics of hair coat in dairy goats raised in a tropical environment. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n. 2, p. 544-549, 2006.

LÔBO, R.N.B.; PEREIRA, I.D.C.; FACÓ, O.; MCMANUS, C.M. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in Semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 96, n. 3, p. 100 - 105, 2011.

MAIA, A.S.C.; DASILVA, R.G.; BATTISTON LOUREIRO, C.M. Sensible and latent heat loss from body surface of Holstein cows in a Tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 50, p.17-22, 2005.

MAIA, A.S.C.; DASILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B.; Latent heat loss of holstein cows in a tropical environment: a prediction model. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n.10, p. 1837-1843, 2008.

MAIA, A.S.C.; DASILVA, R.G.; NASCIMENTO, S.T.; NASCIMENTO, C.C.N.; PEDROSA, H.P.; DOMINGOS, H.G.T. Thermorregulatory responses of goats in hot environments. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, p. 1025-1033, 2014.

MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GURGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; PAIVA, S.R.; Heat tolerance in brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production.** v. 41, p. 95-101, 2009.

MARAI, I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL, A. ABDEL-HAFEZ, M. A. M.; Physiological traits as affected by heat stress in sheep- A review. **Small Ruminant Research**. v. 71, p. 1-12, 2007.

NAY, T & HAYMAN, R.H. Some skin characters in five breeds of European (*Bos taurus*) dairy cattle. **Australian Journal of Agriculture Research.** v. 14, n. 2, p. 294 – 302, 1956

OLIVEIRA, S.E.O.; & COSTA, C.C.M. Respiratory heat loss in Morada Nova Sheep in Brazilian semi-arid regions. **Journal Animal Behavior Biometeorology**, v.1, n.1, p.17-20, 2013.

RAI, A.K.; SINGH, M.; MORE, T. Cutaneous water loss and respiration rates of various breeds of sheep at high ambient temperatures. **Tropical Animal Health and Production,** v. 11, p. 51-56, 1979

REDDY, S.J. Climatic classification: the semi-arid tropics and its environment - a review, **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 18, n.8, p. 823-847, 1983.

RODRIGUES, D.S.; RIBEIRO, M.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; LIMA, F.A.; VILLARROEL, A.B.S.; PACHECO, A.C.L.; SANTOS, L. H. Estrutura populacional de um rebanho da raça Morada Nova como contribuição para conservação. **Ciência Animal**, v. 19, n. 1, p. 103-110, 2009.

RUST, J.M.; RUST, T.; Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa . **South African Journal Animal Science**, v. 43, n. 3, p. 254-267, 2013.

SAMPAIO, E.V.S.B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas, In: Sales VC (Ed), **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**, Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 2003.

SANTANA, C.J. L.; AIURA, A.L.O.; SANTOS, H.P.; GONÇALVES, G.A.M.; AIURIA, F.S. Biophysical responses of Santa Inês and crossbred Santa Inês-Dôrper (F1) ewes to a hot environment. **Journal Animal Behavior Biometeorology** , v.5, n.1, p. 1-6, 2016

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

SILVA, R.G.; Estimação do balanço térmico por radiação em vacas holandesas ao sol e à sombra. **Anais**...Proceedings of II Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Goiânia, p. 118-128, 1998.

SILVA, R.G.; **Introdução à bioclimatologia animal**, Nobel/FAPESP, São Paulo, p 286, 2000.

SILVA, R.G.; LASCALA, JR, N.; LIMA FILHO, A.E. Respiratory heat loss in the sheep: a comprehensive model. **International Journal of Biometeorology, v.** 46, p.136-140, 2002.

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and hair coat of cattle and another animals. **Transaction of the ASAE,** v. 46, n. 3, p. 913-918, 2003.

SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1956-1961,2003.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**, FUNEP, São Paulo- Brasil, 2008.

SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C. Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of Holstein cows in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p. 1143-1147, 2011.

SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; **Principles of animal biometeorology**. Springer, New York 2013, 261p.

SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; COSTA, L.L.M.; QUEIROZ, J.P.A.F. Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 927-932, 2012.

SHIOTSUKI, L.; OLIVEIRA, D.P.; LÔBO, R.N.B.; FACÓ, O.; Genetic parameters for growth and reproductive traits of Morada Nova kept by smollholder in semi-arid Brazil. **Small Ruminant Research,** v. 120, p. 204-208, 2014

SHIOTSUKI, L.; SILVA, P.H.T.; SILVA, K.M.; LANDIM, A.V.; MORAIS, O.R.; FACÓ, O. The impact of racial pattern on the genetic improvment of Morada Nova sheep, **Animal Genetic Resources**, Food and Agricultural Organization of the United Nations, p. 1- 10, 2016.

SWENSON, M. J. & REECE, O. W. DUKES. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 856 p. 1998.

CAPÍTULO 3

ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PELAME E TERMOTOLERÂNCIA EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

CAPÍTULO 3 - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PELAME E TERMOTOLERÂNCIA EM OVELHAS DA RAÇA MORADA NOVA

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar as características morfológicas de pelame, assim como sua relação com as características ligadas à termorregulação de ovelhas da raça Morada Nova com pelagem de diferentes tonalidades nos diferentes meses do ano. Os animais foram classificados em quatro grupos, de acordo com a cor da pelagem, de forma que os de pelagem vermelha foram classificados em Grupo 1: animais com tonalidade escura; Grupo 2: animais de tonalidade intermediária e Grupo 3: animais com tonalidade clara. O Grupo 4 compreendeu os animais de pelagem branca. Um total de 40 ovelhas adultas foram avaliadas durante sete meses consecutivos em três rebanhos comerciais. Em cada coleta foram registrado a temperatura do ar, temperatura do bulbo úmido, umidade relativa do ar e Carga Térmica Radiante. As características de pelame mensuradas foram: espessura de pelame (EP, mm), comprimento médio dos pelos (CM, mm), diâmetro médio dos pelos (D, µm) e densidade numérica do pelame (NP, pelos.cm-²). Também foi registrada a evaporação cutânea (EC, Wm-²), evaporação respiratória (ER, Wm-²), frequência respiratória (mov.min-¹), temperatura de superfície (TS, °C) e temperatura retal (TR,°C). Foi verificado que os animais de pelagem branca apresentaram características de pelame significativamente diferentes dos animais de pelagem vermelha, e apresentaram maior necessidade de proteção da epiderme, como maior EC, densidade e pelos mais compridos. Já os animais de pelagem vermelha apresentaram características que favoreciam a perda de calor devido o maior aquecimento corporal como menor EP, pelos mais curtos e pelagem menos numerosa. Animais com pelos mais grossos (>5,1 µm) apresentaram menor TS (38,6°C) e consequentemente menor necessidade de acionar a ER (26,3 Wm-²), quando comparados com os animais de pelos mais finos (< 4,3 µm), que apresentaram TS mais elevada (41,8°C) e maior ER (27,5 Wm-²). Em pelagens mais densas (>1300,00 pelos.cm-²) houve maior necessidade de perder calor por EC. Os resultados indicaram que todos os grupos avaliados apresentaram características de pelame favoráveis para criação extensiva em ambientes caracterizada por elevada temperatura do ar durante todo ano.

Palavras chave: adaptação, indicadores fisiológicos, evaporação cutânea, homeostase, ovelha deslanada, ambiente quente

CHAPTER 3 – ASSOCIATION BETWEEN COAT TRAITS AND THERMOTOLERANCE OF MORADA NOVA EWES

ABSTRACT: In this work, we aimed to study the morphological characteristics of the coat, as well as their relationship with the thermoregulation characteristics of Morada Nova sheep with different tonalities of coat color throughout the months of the year. Coat thickness (CT, mm), hair length (HL, mm), diameter (D, µm) number of hairs (NH, hair per cm^{-2}) and physiological traits such as rectal temperature (RT, °C), respiratory rate (RR, $breaths.min^{-1}$), cutaneous evaporation (CE, Wm^{-2}), respiratory evaporation (RE, Wm^{-2}) and body surface temperature (ST, C) were measured. Four groups according to the coat color were used: (1) dark red animals, (2) intermediate red, (3) light red, and (4) white coated animals. Forty Morada Nova ewes were observed in each of three flocks for 7 consecutive months. Animals with white coat had significantly different hair characteristics compared to red ones, as they requered more protection for their skin, shown high CT, HL and denser coat. The animals with red coat, regardless of tonality, showed traits that favor heat loss such as short HL, CT and less denser coat. Animals with thicker coat (>5.1µm) had lower ST (38.6°C) and less RE (26.3 Wm^{-2}), when compared with animals with thinner coat (<4.3 µm), which showed higher ST (41.8°C) and RE (27.5 Wm^{-2}). Ewes with a denser coat (>1300.00 hair per cm activated heat loss by CE. All groups showed favorable coat characteristics for use in extensive management systems in a Semiarid environment.

Keywords: adaptation, cutaneous evaporation, hair sheep, physiological traits, tropical environment

INTRODUÇÃO

As características morfológicas de pelame representam uma fronteira entre o corpo dos animais e o ambiente (SILVA, 2000), sendo fundamentais na regulação do calor corporal, pois influenciam diretamente as trocas térmicas, podendo ser utilizadas como indicadores de adaptação dos animais ao seu ambiente criatório.

Em região equatorial, caracterizada por elevada temperatura do ar, o mecanismo de perda de calor mais eficiente é a evaporação, seja ela cutânea ou respiratória, pois não depende do gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente. Nessas condições, os mecanismos sensíveis de dissipação de calor podem ser pouco expressivos ou até mesmo uma fonte adicional de ganho de energia térmica do ambiente (GEBREMEDHIN et al., 2001; MAIA et al., 2005; SILVA, 2008). Assim, animais que apresentam boa capacidade de adaptação ao ambiente quente devem apresentar baixa resistência à dissipação do calor via evaporação, que pode ser influenciado diretamente pelas condições de ambiente como temperatura, umidade e radiação bem como das características de revestimento da epiderme (BIANCHINI et al., 2006; McMANUS et al., 2011) e funcionalidade das glândulas sudoríparas (FERGUSON & DOWLING, 1955; COSTA et al., 2014).

Em uma epiderme desprovida de pelos, a taxa de sudação é bem maior que em uma coberta por pelos, pois o pelame adiciona uma resistência à difusão de vapor (CENA & MONTEITH, 1975). A maioria das espécies domésticas de ovinos apresenta a lã como revestimento da superfície corporal, e vários estudos foram conduzidos para avaliar sua importância nos processos ligados ao isolamento térmico nestes animais (McFARLANE, 1968; PICCIONE et al., 2002; SUHAIR & ABDALLA, 2013). No entanto, a raça Morada Nova que representa importante recurso genético localmente adaptado a região semiárida do Brasil, apresenta sua superfície cutânea coberta por pelos, assim como ocorre nos bovinos e as informações sobre a vantagem adaptativa desse tipo de pelagem em ovinos foi pouco estudada. Tais características de pelame podem ter sido adquiridas no processo de seleção natural com a finalidade de favorecer a transferência de calor do animal para o ambiente. McManus et al. (2011) avaliaram diferenças nas resposta fisiológicas de ovelhas com lã e de pelo e constataram que os animais que apresentam a superfície corpórea coberta por lã apresentaram características de pelame menos favoráveis para sua criação em ambiente tropical, refletindo diretamente na temperatura retal, frequência respiratória e características hematológicas.

Silva (2000) cita que animais adaptados à região tropical devem apresentar pelame bem assentado, pelos curtos, grossos e pelagem pouco densa para promover uma maior transferência de vapor e favorecer a perda de calor via evaporação cutânea. Maia et al. (2003) relataram variações cíclicas ao longo do ano nas características de pelame de vacas da raça Holandesa criadas no Brasil, possivelmente adquiridas em função das condições de ambiente às quais estavam expostas em região tropical. Façanha et al. (2010) verificaram que vacas leiteiras criadas em região semiárida com latitude em torno de 4º S também apresentaram variação das características de pelame ao longo do ano, porém essa mudança não seguiu o mesmo padrão cíclico verificado na região sudeste do Brasil, mas pode ter sido fundamental no processo adaptativo dos animais às condições climáticas peculiares ao qual estão expostos no Semiárido brasileiro. Assim, existem diversos tipos de pelame que variam em função do ambiente, seja ele frio ou quente, seco ou úmido, essas variações estão relacionados com a necessidade dos animais em manterem o equilíbrio térmico.

A seleção de animais com características de pelame apropriadas para determinado ambiente pode favorecer a homeostase e, por conseguinte favorecer bons índices produtivos, visto que podem auxiliar no isolamento térmico, na termólise evaporativa ou proteção contra os raios ultravioleta. As características de pelame podem ser consideradas importantes marcadores fenotípicos, associados com características diretamente ligadas à produção como ganho de peso, consumo de alimento e índices reprodutivos, portanto capazes de serem utilizados em programas de seleção (ACHARYA et al., 1995; BERTIPAGLIA et al., 2008; FAÇANHA et al., 2013).

Dentro desse contexto surgiu o interesse de avaliar as características morfológicas do pelame de ovelhas da raça Morada Nova, uma raça localmente adaptada ao semiárido Brasileiro, que passou por anos de seleção natural. Neste processo, certamente, adquiriram características favoráveis à sua criação nesse ambiente. Atualmente, são aceitas duas variedades da raça: a branca e a vermelha, sendo que os animais da variedade vermelha podem apresentar diferentes tonalidades, variando do mais escuro ao mais claro (ARCO, 2016). Dada a importância da raça e as escassas informações sobre a relação entre as características de pelame e a capacidade adaptativa dos animais com diferentes cores de pelame, surgiu à necessidade do desenvolvimento do presente trabalho, que teve como objetivo avaliar as características morfológicas de pelame de ovelhas da raça Morada Nova

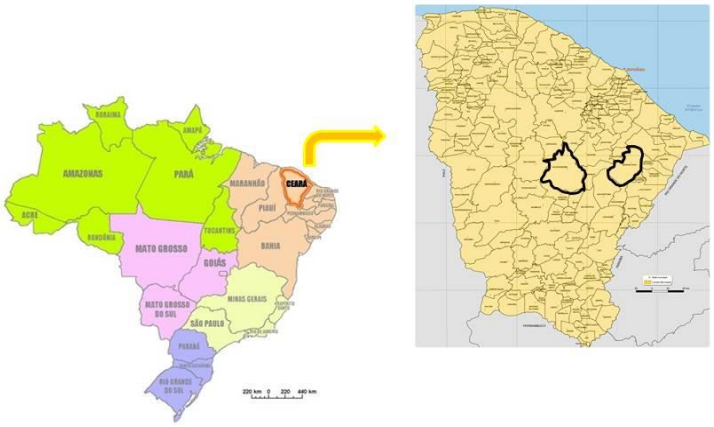
com diferentes tonalidades de cor de pelame e observar a relação dessas características com às ligadas à termorregulação.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do ambiente

O trabalho foi conduzido em três rebanhos comerciais que adotam a raça Morada Nova, sendo um localizado no município de Quixeramobim, na região do Sertão Central e dois no município de Morada Nova, na região do Vale do Jaguaribe, ambas as localidades situadas no estado do Ceará, conforme se verifica na Figura 1.

Figura 1 Localização geográfica do estado do Ceará nas cidades de Quixeramobim e Morada Nova onde foram realizadas as coletas de dados nos animais da raça Morada Nova



O Ambiente no qual os animais eram criados é inserido na região semiárida do Brasil, no Bioma Caatinga, um ecossistema complexo, com elevada biodiversidade animal e vegetal, com predominância de plantas xerófitas e hiperxerófitas. O extrato herbáceo, geralmente é composto por espécies anuais e extrato arbustivo-arbóreo, principalmente por cactáceas e espécies lenhosas caducifólias (BRAGA, 1976).

O clima local é caracterizado como sendo do tipo BSwh', segundo a classificação de Köppen, que significa clima muito seco e quente, com estação chuvosa no verão, elevada temperatura do ar e baixa precipitação pluviométrica ao longo do ano, concentrada em um período de 3 a 4 meses. O domínio da Caatinga é caracterizado por uma forte irregularidade climática, apresentando os valores meteorológicos mais extremos do país: a mais forte insolação, a mais baixa nebulosidade, as mais altas médias térmicas, entre 25° e 30° C, as mais elevadas taxas de evaporação e, sobretudo, os mais baixos índices pluviométricos, em torno de 500 a 700 mm anuais, com grande variabilidade espacial e temporal, sendo comum a ocorrência de duas estações ao longo do ano: o período chuvoso, de fevereiro até Maio e o período seco de Junho a Janeiro (REDDY, 1983; SAMPAIO, 2003).

Na Tabela 1, onde se apresenta a localização geográfica de cada rebanho, pode-se verificar que todos estão inseridos em regiões com baixa latitude, nas quais as variações anuais de temperatura do ar e fotoperíodo são irrisórias, havendo variação apenas na precipitação pluviométrica e umidade do ar.

Tabela 1 Posição geográfica e número de informações de cada rebanho avaliado

Localização	Rebanho	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Número de ovelhas	Número de dados
Morada Nova	1	5°04'17"	38°23'40"	115	40	250
Morada Nova	2	5°09'02"	38°18'29"	39	40	270
Quixeramobim	3	5°04'74"	39°51'73"	173	41	248

Assim, durante o período seco, que apresenta duração mais longa no ano, os animais são expostos a condições ambientais com elevada incidência de radiação, alta temperatura do ar e baixa umidade relativa; já no período chuvoso a maior diferença é relacionada com à maior umidade do ar, que pode afetar o conforto térmico dos animais pela dificuldade de eliminar calor pelos mecanismos latentes. Esses fatores são ainda mais agravados quando consideramos que os animais da raça Morada Nova são criados, na maioria dos rebanhos, de forma extensiva e expostos aos fatores do ambiente, seja no período de seca ou de chuva.

Caracterização dos rebanhos avaliados

Foram coletados dados em três rebanhos comerciais, caracterizados a seguir:

Rebanho 1: Fazenda Ilha Grande

Propriedade de porte médio que apresenta a ovinocultura como atividade secundária. A principal fonte de renda da fazenda é a criação de bovinos leiteiros. A Morada Nova é a única raça de ovinos explorada na fazenda, que possui cerca de 150 cabeças, todos da variedade vermelha (Figura 2). Os animais são criados a campo durante o dia, pastejando em vegetação Caatinga, mesmo no período seco do ano, quando há menor disponibilidade de forragem. No final do dia são recolhidos às instalações da fazenda, onde recebem suplementação mineral. A média de peso vivo dos animais desse rebanho foi de 28,46kg, durante o período em que os animais foram avaliados. Por se tratar de um rebanho pertencente ao núcleo de conservação *In Situ* da raça, o manejo reprodutivo é assistido por uma equipe específica, sendo monta controlada e todos os animais são registrados na Associação dos Criadores de ovinos (ARCO).

Figura 2 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao Rebanho da Fazenda Ilha Grande

Fonte: Arquivo Pessoal

Rebanho 2: Fazenda São Francisco

Propriedade de porte médio apresenta a ovinocultura como atividade secundária à criação de vacas leiteiras. É uma propriedade inserida em um Perímetro Irrigado de prática familiar, sem contratação de mão-de-obra externa. A única raça de ovinos explorada é a Morada Nova, com cerca de 200 cabeças de animais registrados pela ARCO, todos da variedade vermelha (Figura 3). O manejo dos animais consiste basicamente em solta-los para

pastejo em vegetação nativa da Caatinga durante o dia e os recolher para as instalações no período da noite, onde recebem suplementação mineral. Os animais apresentaram média de peso vivo de 27,4kg durante o período em que foram realizadas as coletas de dados. Este rebanho também pertence ao Núcleo de Conservação *In Situ* da raça, por isso tem seu manejo reprodutivo controlado, realiza uma estação de monta ao longo do ano e os animais são monitorados através da escrituração zootécnica.

Figura 3 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao rebanho da Fazenda São Francisco

Fonte: Arquivo pessoal

Rebanho 3: Fazendas Reunidas Jacaraú

A propriedade é de porte grande, abrangendo um extenso território. Está localizada no município de Quixeramobim. Na época da coleta de dados não havia outra atividade pecuária explorada na fazenda somente a ovinocultura. O rebanho era composto somente por animais da raça Morada Nova variedade branca, com aproximadamente 200 cabeças (Figura 4). O manejo dos animais era realizado de forma extrativista, no qual os animais eram soltos em extensas áreas territoriais durante o dia e percorriam vários quilômetros a procura de alimentos, no período da noite os animais retornavam a fazenda. Poucas práticas de manejo eram adotadas na fazenda, mas mesmo diante de tal cenário, os animais apresentaram a maior média de peso vivo, que foi 35,3 kg sendo que o animal mais pesado chegou a atingir 49,5kg.

Figura 4 Animais da raça Morada Nova pertencentes ao rebanho das Fazendas Reunidas Jacaraú

Fonte: Arquivo pessoal

Animais

Foram utilizadas em cada rebanho 40 fêmeas adultas, as quais foram selecionadas mediante avaliação do exterior e exames clínicos e laboratoriais para a confirmação do seu estado sanitário. Foram selecionadas para o experimento ovelhas em idade reprodutiva, secas e não lactantes, as quais foram classificados em 4 grupos, de acordo com a coloração do pelame, que variou do vermelho escuro ao branco, conforme é possível visualizar na Figura 5. Os animais de pelagem vermelha foram classificados em: Grupo 1, constituído por animais com tonalidade escura; Grupo 2, pelagem de tonalidade intermediária; Grupo 3, compreendia os animais com tonalidade clara; Grupo 4, composto por ovelhas de pelagem branca.

Figura 5 Animais da raça Morada Nova pertencentes a diferentes grupos de colorações de pelame

Fonte: Arquivo Pessoal

Coleta de Dados

As coletas foram realizadas mensalmente, durante sete meses consecutivos, com início em Abril (época chuvosa) e término no mês de Outubro (época seca). Cada rebanho foi avaliado em um dia individual, totalizando três dias consecutivos de coletas por mês. As medições eram realizadas sempre no período de 11h00min às 14h00min, quando se verificava maior incidência de radiação solar direta, e consequentemente são ativados com maior intensidade às respostas termorreguladoras dos animais nesses horários de maior estresse térmico. Antes de iniciar as coletas todos os animais ficavam expostos à radiação por 30 minutos.

Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram registradas continuamente ao longo do período de coleta de dados, de modo que cada observação foi realizada ao mesmo tempo em que as variáveis fisiológicas foram medidas nos animais. As temperaturas do ar (T_A;°C) e do bulbo úmido (Tbu;°C) foram registradas à sombra, através de um psicrômetro giratório portátil. Foi instalado um globo negro ao sol no piquete onde estavam sendo realizadas as medições nos animais, onde também foi registrada a velocidade do vento (Vv; m.s-¹), utilizando-se um anemômetro portátil (MODELO AVM-07).

A pressão parcial de vapor foi obtida usando a seguinte equação:

$$Pp = Ps\{Tbu\} - PatmY(TA - Tbu) \quad (1)$$

No qual PS{Tbu} é a pressão de saturação a temperatura do bulbo úmido, Patm é a pressão atmosférica (KPa), Y é a constante psicrométrica à temperatura do ar (°C), T_A é a temperatura do ar (°C) e Tbu é a temperatura do bulbo úmido (°C). A temperatura do globo negro (T_G, °C) foi utilizada para calcular a temperatura radiante média (TRM), de acordo com Silva (2000) e depois estimar a Carga Térmica Radiante (CTR, W.m-²) através da equação $CTR = \sigma TRM^4$.

Características fisiológicas

A temperatura retal (TR,°C) foi registrada através de um termômetro clínico digital com escala até 44º C, inserido diretamente no reto do animal, a uma profundidade aproximada de 5 cm, em contato direto com a mucosa. A frequência respiratória (FR, movimentos por minuto) foi aferida pela contagem direta dos movimentos dos flancos durante um minuto. A temperatura da superfície corporal (TS, °C) foi obtida com um termômetro de infravermelho na região do flanco (Modelo Dt 8550).

Para a determinação da evaporação cutânea (EC, W.m-²) foi utilizada uma cápsula ventilada acoplada a um desumidificador (Figura 6). O ar ambiente é aspirado por sucção para dentro de um tubo Falcon que contem a sílica, o aparelho foi fixado na superfície corporal do animal por 90 segundos, nesse período a sílica absorveu a umidade da superfície corporal dos animais. Após esse tempo os frascos com absorvente de umidade foram removidos, selados e pesados. A diferença de peso entre antes e depois do processo representa a quantidade de água evaporada que foi absorvida. A partir desses dados a EC foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$EC = \frac{X\lambda}{AT} \ \text{W.m}^{-2} \quad (2)$$

No qual X (g) refere-se à diferença do peso da sílica entre antes e depois da avaliação do animal, λ é o calor latente de vaporização da água, A é a área da cápsula acoplada nos animais (A=0,002123m²) e T é o tempo de contato (T=90 segundos) entre a cápsula e a superfície do animal.

Figura 6 Cápsula acoplada a um desumidificador utilizado para estimar a evaporação cutânea na região do flanco

Fonte: Arquivo Pessoal

A evaporação respiratória foi obtida através da metodologia estimada conforme Silva (2002), específica para ovinos.

$$E_R = \lambda \rho^{-1} \dot{m} \ (\Psi EXP - \Psi A)/A \quad (\text{W.m}^{-2}) \quad (3)$$

No qual A (m²) é a área da superfície corporal do animal, que foi estimado pela equação $A=0{,}6265e^{0{,}013P}$, P é o peso corporal do animal (Kg), λ é o calor latente de vaporização da água (J.g-¹), ρ é densidade do ar (g.m^{-3}), o valor de $\dot{m}$ (g.s^{-1}) foi estimado por $\dot{m} = V_{RC}\rho\left(\frac{FR}{60}\right)$, onde o volume respiratório corrente (V_{RC}, m³ de ar por respiração) foi obtido de acordo com Silva (2002) e FR é a frequência respiratória (movimentos por minuto).

A umidade absoluta do ar expirado (ΨEXP, g.m-³) e do ar (ΨA, g.m^{-3}), forma calculados respectivamente pelas seguintes equações:

$$\Psi_{EXP} = 2166.87 P_S\{T_{EXP}\}/T_{EXP} \text{ e } \Psi_A = 2166.87 P_P\{T_A\}/T_A \quad (4)$$

De forma que $P_P\{T_A\}$é a pressão parcial de vapor à temperatura do ar (kPa) e $P_S\{T_{EXP}\}$ é a pressão de saturação do ar expirado. A temperatura do ar expirado (T_{EXP}, K) foi estimado pela equação de Silva (2002), com elevado coeficiente de determinação (R^2=0,964).

Características morfológicas do pelame

Espessura da Capa de Pelame (EP, mm) e Amostragem dos Pelos

A espessura da capa de pelame foi determina "*in situ*", na região do costado, aproximadamente 18 cm abaixo da coluna vertebral, usando-se um paquímetro, graduado em milímetros (Figura 7A), o qual foi introduzido perpendicularmente à superfície do animal, até tocar a sua pele e o cursor movido até tocar a superfície externa do pelame, quando então foi realizada a leitura, conforme Silva (2000). Foi coletada de cada animal no mesmo local de medida da espessura da capa, uma amostra de pelos utilizando-se um alicate do tipo "bico de pato" adaptado (Figura 7B), provido de uma barra metálica que ao ser acoplada entre as pernas do alicate promovia uma abertura com área conhecida, conforme Lee (1953). Essas amostras foram identificadas e acondicionadas em envelopes plásticos para a determinação das características morfológicas do pelame descritas a seguir.

Figura 7 Espessura de pelame (A) e Amostragem de pelos (B) de ovelhas da raça Morada Nova

(A)

(B)

Fonte: Arquivo pessoal

Comprimento médio dos pelos (CM; mm)

Para estimar o comprimento médio dos pelos, foi utilizado um paquímetro digital (Figura 8A), com o qual foram medidos os dez maiores pelos da amostra, eleitos por análise

visual. Posteriormente, foi calculada a média aritmética do comprimento desses pelos, em milímetros, segundo o procedimento recomendado por Udo (1978).

Diâmetro Médio dos Pelos (D, µm)

O diâmetro médio dos pelos foi medida com um micrômetro digital (Figura 8B), nos mesmos pelos nos quais foi medido o comprimento médio. Em seguida, foi calculada a média aritmética do diâmetro, conforme metodologia utilizada por Maia et al. (2003).

Figura 8 Mensuração do comprimento médio com auxílio de um paquímetro (A) e diâmetro médio com um micrômetro (B)

(A)

(B)

Fonte: Arquivo pessoal

Densidade numérica do pelame (DN; pelos.cm-²)

A densidade numérica do pelame foi estimada pela contagem direta do número de pelos retirados na mesma área de amostragem das outras variáveis de pelame. Foram contados os pelos correspondentes à área abrangida pela abertura entre as mandíbulas do alicate utilizado para essas coletas, que correspondeu a 13,99 mm^2. Posteriormente foi feita a conversão para estimar o número de pelos por cm^2 de pele.

Análise Estatística

Os dados foram analisados usando-se o programa SAS por meio dos seguintes modelos estatísticos:

Modelo Estatístico (1)

$$y_{ijklm} = \mu + Ani_i + M_j + C_k + C(M)_{jk} + bCTR + \varepsilon_{ijklm} \quad (5)$$

De forma que y_{ijkl} é a média da espessura de pelame, densidade de pelos, comprimento e diâmetro médio dos pelos no i-ésimo mês de coleta, j-ésimo rebanho no k-ésimo grupo de cor de pelame. Ani_i é o efeito aleatório dos animais; M_j é o efeito fixo do j-ésimo mês de coleta (j= Março, Abril, ..., Outubro), C_k é o efeito fixo do k-ésimo grupo de cor de pelame (k= vermelho escuro, intermediário, vermelho claro e branco), $C(M)_{jk}$ é a interação entre o *kth* grupo de cor de pelame com o *jth* mês de coleta, bCTR é o coeficiente de regressão linear da Carga Térmica Radiante μ é a média geral e ε_{ijkl} é o efeito residual inerente a *lth* observação y_{ijkl}.

Modelo Estatístico (2)

$$y_{ijklm} = \mu + CD_i + CCM_j + CEP_k + CNP_l + \varepsilon_{ijklm} \quad (6)$$

Em que y_{ijklm} é a média da temperatura retal, frequência respiratória, temperatura de superfície, evaporação cutânea e evaporação respiratória, nos efeitos fixos de i-ésima classe de diâmetro (i= < 4,3, 4,3≥5,1 e >5,1 μm), j-ésima classe de comprimento médio dos pelos (j= < 11,5, 11,5 ≥13,5, >13,5 mm), k-ésima classe de espessura de pelame (k= <6, 6 ≥ 8 e >8 mm), na l-ésima classe de densidade de pelos (l = <950,0; 950,0 ≥ 1300,0 e >1300,0 número de pelos.cm-²). μ é a média geral e ε_{ijklm} é o efeito residual inerente a *mth* observação.

As análises de variância foram realizadas pelo PROC MIXED (SAS) com o tempo como medida repetida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições ambientais às quais os animais foram expostos foram caracterizadas por elevada temperatura do ar (T_A) durante todos os meses, com menor média de 30,2°C, registrada no mês de Abril, no rebanho 1 (Tabela 2). O rebanho 3 apresentou menor média de T_A (31,7°C), T_G (42,9°C) e CTR (761,9 W.m-²) enquanto que o rebanho 2 apresentou maior T_A (33,7°C), T_G (47,9 °C) e CTR (802,9 W.m-²). A amplitude térmica da T_A, ao longo dos

meses avaliados, foi de aproximadamente 4,5°C valor mais baixo em comparação aos 7°C de amplitude reportado por Façanha et al., (2010) que monitoraram o ambiente criatório de três rebanhos comerciais no município de Quixeramobim, Sertão Central do Ceará, em diferentes meses do ano. Silva et al., (2012) avaliaram ambiente Semiárido e Subtropical e observaram uma diferença de quase 10°C nas médias de T_A entre as duas regiões. Dentro do cenário ambiental de cada rebanho, seria desejável que a velocidade do vento (Vv) fosse elevada, pois tornaria o ambiente mais confortável, principalmente nos meses mais quentes do ano, podendo contribuir para maior termólise convectiva (Tabela 2). Porém, verificou-se que a Vv foi baixa e variou entre os rebanhos ao longo do ano. Nos rebanhos 1 e 3, a Vv aumentou com a proximidade da época seca do ano, seguindo o padrão climático da região, chegando a atingir a maior média no mês de Outubro no rebanho 3. Verificou-se uma inversão deste comportamento no Rebanho 2, que apresentou as menores médias de Vv nos piquetes no período de Julho a Outubro, provavelmente devido à localização dos mesmos em relação à direção das correntes de ar. Este fato pode comprometer o conforto térmico do local, considerando que houve menor ventilação na época em que se associam temperaturas elevadas à alta umidade do ar, sendo, portanto considerada crítica na região (COSTA et al., 2015).

No Semiárido brasileiro as chuvas são geralmente mal distribuídas ao longo do ano, uma vez que são concentradas no primeiro semestre e a partir do mês de Maio começam a ser escassas. O ano no qual o trabalho foi conduzido, foi caracterizado por baixa precipitação pluviométrica (Tabela 2). A maior quantidade de chuva acumulada no período experimental foi registrada no rebanho 2, que também registrou o maior volume no mês de Abril (85,4 mm). A partir do mês de Agosto não foram registradas chuvas em nenhum rebanho. Com isso, os animais que pastejam durante o dia estão expostos a um ambiente com T_A e CTR constantemente elevadas. Nos meses mais chuvosos a maior nebulosidade pode diminuir a radiação direta incidente sobre os animais, conforme se pode verificar pelos menores valores de CTR. Mesmo assim, nesta época, a combinação de altas médias de T_A e elevada umidade pode prejudicar a termólise evaporativa, que é a principal via de eliminação de calor usada pelos ruminantes (MAIA et al., 2005; COLLIER & GEBREMEDHIN, 2015).

Tabela 2. Média das variáveis meteorológicas registradas nas propriedades em diferentes meses do ano

Mês	T_A(°C)	T_G(°C)	Vv(m/s)	P_p(KPa)	CTR (W.m-²)	P(mm)
			Rebanho 1			
Abril	30,2	37,8	0,6	2,8	609,2	19,5
Maio	31,4	41,3	0,6	2,9	666,5	0,0
Junho	34,3	43,6	0,5	2,5	659,8	21,0
Julho	33,6	48,5	1,4	2,2	869,6	0.0
Agosto	32,9	48,7	1,6	1,9	917,1	0,0
Setembro	34,7	52,5	1,3	1,2	909,5	0,0
Outubro	34,3	49,1	1,7	1,7	927,7	0,0
Média	33,2	46,2	1,1	1,9	798,6	40,0*
			Rebanho 2			
Abril	32,2	43,0	1,4	2,8	767,6	85,4
Maio	31,7	39,9	1,6	2,5	709,3	5,0
Junho	33,1	44,2	1,9	2,4	766,3	44,0
Julho	31,9	42,4	0,5	3,1	667,9	10,0
Agosto	32,9	45,1	0,5	1,6	772,8	0,0
Setembro	34,1	48,7	0,6	1,2	817,1	0,0
Outubro	33,9	48,5	0,9	1,3	816,8	0,0
Média	33,7	47,5	0,9	2,5	800,9	144,4*
			Rebanho 3			
Abril	30,6	41,1	1,3	2,9	707,8	52,5
Maio	30, 4	40,0	1,3	2,9	747,2	27,5
Junho	31,5	41,1	0,5	2,7	669,5	21,0
Julho	31,9	47,4	1,0	1,9	886,4	8,0
Agosto	32,2	43,9	1,5	1,7	795,8	0,0
Setembro	31,2	38,2	1,3	1,6	852,8	0,0
Outubro	33,9	45,8	2,7	1,1	870,1	0,0
Média	31,7	42,9	1,4	2,3	761,9	109,0*

T_A = temperatura do ar, T_G = temperatura do globo negro ao sol, Vv = velocidade do vento, Pp= pressão parcial de vapor, CTR =Carga Térmica Radiante e $P_=$ precipitação pluviométrica: valores mensais acumulados obtidos em relatórios da FUNCEME; * Total de chuvas acumulado durante o estudo

No período seco foram verificadas altas médias de T_A combinada com baixa pressão parcial de vapor, porém, as médias de CTR são consideravelmente mais altas nesse período. Tais características apontam que os animais estão em ambiente estressantes ao longo do ano, contudo o ideal seria que os animais apresentassem características de pelame que favorecem a dissipação de calor para o ambiente.

Foi verificado diferença nas características de pelame em função da cor de pelagem e do mês de coleta, de forma que os animais de pelagem branca apresentaram maiores médias para de espessura de pelame (EP), comprimento médio (CM), diâmetro médio (D) e

densidade numérica de pelos (Tabela 3). Os animais de pelagem vermelha não apresentaram diferenças significativas para EP e CM. Os animais de pelagem mais escura possuiam os pelos mais fino (4.34 µm). Através desse resultados podemos perceber que há pouca variação em relação as características de pelame para os animais de pelagem vermelha, independente da tonalidade, sendo a maior diferença entre os animais da variedade vermelha e branca. Esses resultados podem ser atribuídos a maior diferença genética de variedade

Tabela 3. Médias e erro padrão da espessura de pelame (EP), comprimento médio dos pelos (CM), diâmetro médio (D) e densidade de pelos (DN) de acordo com o mês de coleta e a cor da pelagem de ovelhas da raça Morada Nova em ambiente Semiárido

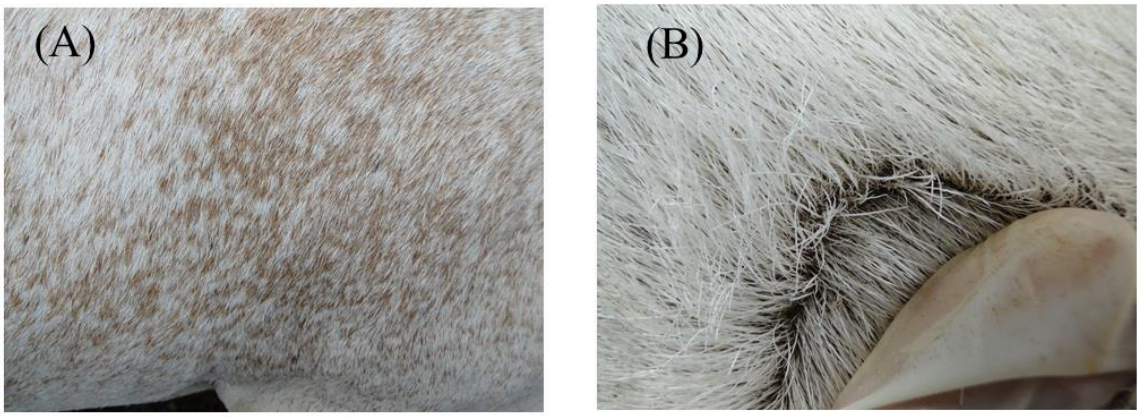
Efeito	N	EP (mm)	CM (mm)	D (µm)	DN (pelos.cm-²)
Cor de pelame					
Vermelho Escuro	150	$7,03^{b}$±0,14	$11,52^{b}$±0,45	$4,34^{c}$±0,10	$1116,08^{b}$±38,27
Vermelho Intermediário	185	$6,93^{b}$±0,13	$12,42^{b}$±0,41	$4,52^{bc}$±0,09	$1006,10^{c}$±36,35
Vermelho Claro	185	$6,99^{b}$±0,12	$12,44^{b}$±0,41	$4,62^{b}$±0,09	$1054,30^{bc}$±35,14
Branco	248	$7,43^{a}$±0,12	$14,12^{a}$±0,35	$5,20^{a}$±0,08	$1275,80^{a}$±33,22
Mês					
Abril	102	$6,96^{c}$±0,11	$12,59^{a}$±0,24	$4,54^{cd}$±0,07	$1275,90^{a}$±38,58
Maio	110	$7,04^{bc}$±0,10	$12,84^{a}$±0,23	$4,53^{cd}$±0,07	$1163,69^{bc}$±36,00
Junho	115	$7,25^{ab}$±0, 10	$12,58^{a}$±0,23	$4,65^{cd}$±0,06	$1145,13^{c}$±34,73
Julho	114	$7,22^{ab}$±0,10	$12,76^{a}$±0,22	$4,53^{d}$±0,06	$1231,05^{ab}$±33,54
Agosto	112	$6,88^{c}$±0,10	$12,56^{a}$±0,23	$4,81^{b}$±0,07	$1136,31^{c}$±36,14
Setembro	106	$7,35^{a}$ ±0,10	$12,54^{a}$±0,24	$4,96^{a}$±0,07	$1019,16^{d}$±35,93
Outubro	109	$6,99^{bc}$±0,11	$12,50^{a}$±0,24	$4,67^{c}$±0,07	$817,56^{e}$±36,90

N=número de observações; Médias seguidas da mesma letra, para cada efeito e dento de cada coluna, não difere estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey

Os animais de pelagem branca apresentaram pelame mais espesso (7,43mm), pelos mais longos (14,12 mm), mais grossos (5,20 µm) e densos (1275,80 pelos.cm^{-2}) quando comparados com as demais colorações avaliadas. Mesmo se tratando de uma raça localmente adaptada de região Tropical, os animais de pelagem branca ainda apresentam grandes variações em relação a pigmentação da epiderme, de forma que alguns animais apresentam a epiderme pigmentada, porém outros não, e mesmo se referindo aos animais com epiderme pigmentada, em algumas regiões do corpo ainda se verificam áreas com epiderme despigmentada, por exemplo, as orelhas (Figura 9). Contudo, o pelame mais denso e espesso, formado por pelos mais longos, deve proporcionar proteção da superfície corpórea contra os raios ultravioleta; isto é interessante para os animais da região em questão, visto que pelagem branca apresenta elevado coeficiente de transmitância de radiação solar na superfície corpórea (SILVA et al., 2003), podendo favorecer a ocorrência de eritemas, queimaduras e neoplasias,

em animais com epiderme despigmentada. Assim, as características físicas de pelame dos animais branco atuaram como barreira que reduziu a absorção da intensa radiação solar direta, o que promoveu maior proteção da epiderme contra a radiação de ondas curtas, características que possibilitam que esses animais se adaptem ao pastejo em campo aberto. Gebremedhin et al. (1997) sugeriram que bovinos com epiderme despigmentada devem possuir pelagem mais numerosa e pelos compridos, características que foram encontradas para ovinos da raça Morada Nova com pelagem branca.

Figura 9 Animais da raça Morada Nova variedade branca com epiderme despigmentada (A) e pigmentada (B)



Os animais de pelagem vermelha, que apresentam a epiderme pigmentada, possuem a melanina para promover a proteção contra os raios ultravioleta e devem apresentar características de pelame que favoreçam a dissipação de calor, pois a pelagem mais escura apresenta maior absorção de radiação térmica o que pode refletir em maior aquecimento corporal, necessitando de um acionamento mais intenso dos mecanismos termorreguladores para evitar a elevação da temperatura interna dos animais. Esse fato pode ter sido mais pronunciado nos animais do grupo 1, com tonalidade vermelha mais escura, que apresentaram menor CM (11,52 mm) entre todos os grupos avaliados, de forma que essa característica pode favorecer a termólise convectiva e a evaporativa que ocorrem na superfície cutânea. Silva, (1999) relatam que pelos mais curtos, grossos e menos numerosos são vantajosos para animais com epiderme pigmentada, que necessitam dissipar calor visto que tais características favorecem a termólise convectiva e a evaporativa na superfície cutânea.

Em relação ao efeito de mês do ano foi possível observar que não houve diferença significatica para o comprimento médio dos pelos. Os animais apresentaram redução da DN a

partir do mês de Agosto. Em relação ao diâmetro médio os meses de Agosto e Setembro os animais apresentaram pelos mais grossos (Tabela 3).

No Brasil foram conduzidas poucas pesquisas sobre pelames de ovinos deslanados. No presente estudo é possível perceber que os valores encontrados de espessura de pelame foram superiores aos registrados por McManus et al., (2011), que trabalharam com ovinos da raça Santa Inês de pelagem preta (4,79mm), marrom (5,52mm), branco (4,46mm) e animais lanados da raça Bergamacia (6,0 mm). Verissímo et al., (2009) não verificaram diferenças na EP e CM de ovelhas da raça Santa Inês com pelame branco e preto, no qual as ovelhas de pelame branco apresentaram EP de 4,7 mm; já os animais da mesma raça de pelame preto apresentaram EP de 4,5 mm, valores próximos aos do presente trabalho. Em relação ao comprimento médio dos pelos (CM), as médias registradas no presente trabalho foram maiores que as reportadas por McManus et al., (2011) na raça Santa Inês de cor preta (1,46mm), marrom (1,36mm) e branca (1,26mm) e próximas ao valor encontrado para os animais da raça Bergamacia, que é uma raça lanada originária de região temperada (9,56 mm) e as encontradas por Veríssimo et al., (2009) em ovelhas de pelagem preta (9,4 mm) e de pelagem branca (9,1 mm).

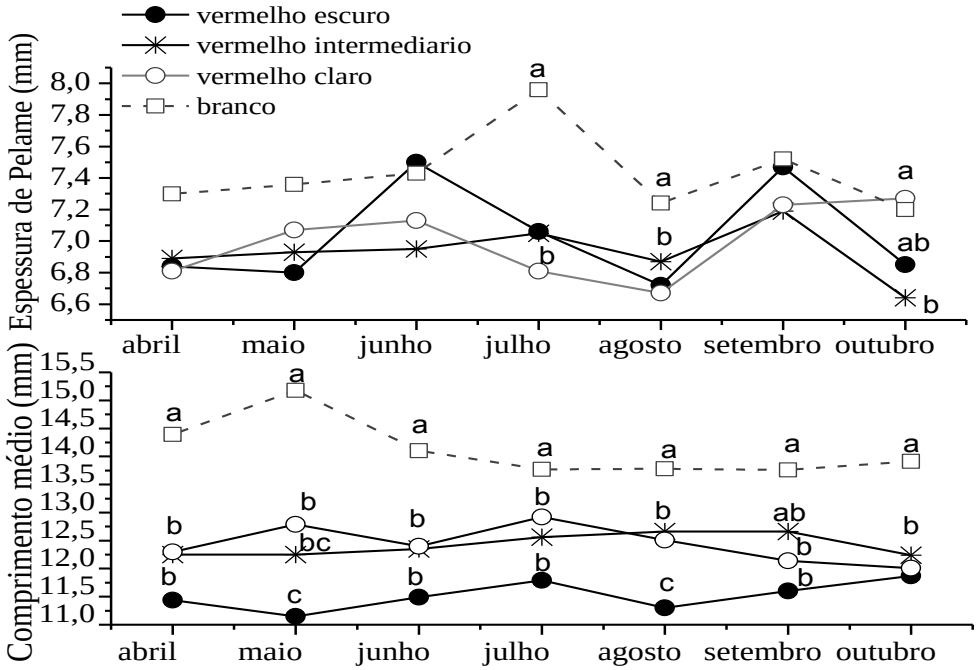
Comparando os resultados de CM com as médias reportadas por Ligeiro et al., (2006), que trabalharam com cabras de diferentes grupos de cores com média de 28,47 mm, é possível perceber que as ovelhas apresentaram pelos mais curtos em comparação com a espécie caprina. Helal et al., (2010) avaliaram comprimento de pelos de cabras adaptadas ao deserto, registrando média de 130,0 mm para a raça Damascus e 97,5 mm para a raça Balady; esse maior comprimento encontrado pelos autores é justificado pelo fato desses animais necessitarem de maior proteção contra as mudanças bruscas de temperatura ao longo do dia, na região onde os animais foram avaliados. No caso dos animais do presente trabalho, pelos curtos podem ser considerados como uma vantagem adaptativa, visto que ajudam na dissipação de calor para o ambiente (SILVA, 2000, MAIA et al., 2003).

Comparando-se os resultados obtinos no presente trabalho com a raça Morada Nova com outros estudos conduzidos no Brasil, percebe-se resultados distintos aos encontrados por Ligeiro et al., (2006), que reportaram média de diâmetro de 8 µm para caprinos da raça Saanen. Tais resultados confirmam que as ovelhas avaliadas apresentaram pelos mais finos do que os relatados por estes autores. O ideal para animais criados em sistema extensivo, quando estes estão expostos à elevada radiação solar, seriam pelos mais grossos, pois uma maior

quantidade de energia térmica pode ser conduzida através da fíbra do pelo transferindo maior quantidade de calor para o ambiente (SILVA, 2000, MAIA et al., 2003). No entanto, é possível também que o menor diâmetro não comprometa a capacidade dos animais buscarem o equilíbrio térmico, visto o elevado número de pelos por áreas que pode conduzir o calor do animal para o ambiente.

Em relação à densidade numérica (DN), o ideal é que animais criados em ambiente com elevada temperatura e radiação solar apresentem pelagem menos densa, pois essa característica facilita a penetração do vento dentro da capa de pelame, removendo o ar aprisionado entre os pelos, o que pode favorecer as trocas térmicas. Porém, os animais do presente trabalho apresentaram pelame denso em todos os rebanhos quando comparados com animais de outras espécies criados na mesma região. Isto concorda com os resultados encontrados por Façanha et al., (2010), que trabalharam com vacas mestiças Holandes x Zebú de diferentes grupos genéticos criadas em região Semiárida de baixa latitude (1552,0 pelos.cm^{-2}). O número de pelos encontrados nas ovelhas Morada Nova foi superior também aos encontrados por Maia et al., (2003) que trabalharam com vacas puras da raça Holandesa criadas em região Subtropical (932,0 pelos. cm^{-2}). Silva et al., (2001) encontraram densidade numérica maior para os animais da raça Nelore quando comparado com vacas Holandesas. Diante da baixa velocidade do vento registrada durante todos os meses de coleta (< 3,0 m.s^{-1}) associado à elevada temperatura do ar e radiação solar incidente sobre os animais, que são criados em sua maioria em sistema extensivo, o maior número de pelos por área pode favorecer a proteção da epiderme, mesmo se tratando de animais com epiderme pigmentada, além de auxiliar na condução de calor através da fíbra de pelo, pois a condutividade do pelo é maior que a do ar. Maia et al., (2009) avaliaram o efeito combinado da velocidade do vento (Vv) e temperatura do ar (T_A) sobre o isolamento térmico de ovelhas lanadas e perceberam que quando a T_A foi de 25°C e a Vv de 5,0 m/s , houve redução na temperatura de superfície do velo que era 26,15°C e diminuiu para 25,0°C; no entanto, quando a T_A foi mais elevada (40°C) a movimentação do ar (5,0 m/s) elevou a temperatura da superfície do velo, que era 41,83°C e aumentou para 42,58°C; possivelmente o vento soprou um ar quente sobre tal superfície.

Figura 10 Variação mensal da espessura de pelame e comprimento médio dos pelos de ovelhas da raça Morada Nova de diferentes tonalidades de pelagem criadas extensivamente em ambiente Semiárido



Em ambiente caracterizado por elevada temperatura do ar durante todo o ano, como ocorre em uma região Tropical, o excesso de radiação solar pode ocasionar mudanças nas características de pelame dos animais, principalmente nos que pastejam durante o dia como descrito nos rebanhos estudados. Assim, foi avaliado o comportamento dos pelames de cada grupo de cor ao longo dos meses do ano (Figura 10). Não foram verificadas diferenças estatísticas para a EP dentro dos grupos de cor de pelame, nos meses de Abril, Maio, Junho e Setembro. Os animais de pelagem branca apresentaram maior EP nos meses de Julho, Agosto e Outubro quando comparado com os animais de pelagem vermelha. Verificaram-se dois picos anuais de EP para todos os grupos, e conforme a Tabela 3, houve diferença significativa para mês de coleta. Os picos ocorreram nos períodos de Junho-Junho e em Setembro, períodos que correspondem aos equinócios de outono e de primavera no hemisfério Sul. Por outro lado, a região em questão não apresenta variações climáticas bem definidas entre as estações do ano, mas os picos de espessura do pelame ocorreram nas épocas de menor e de

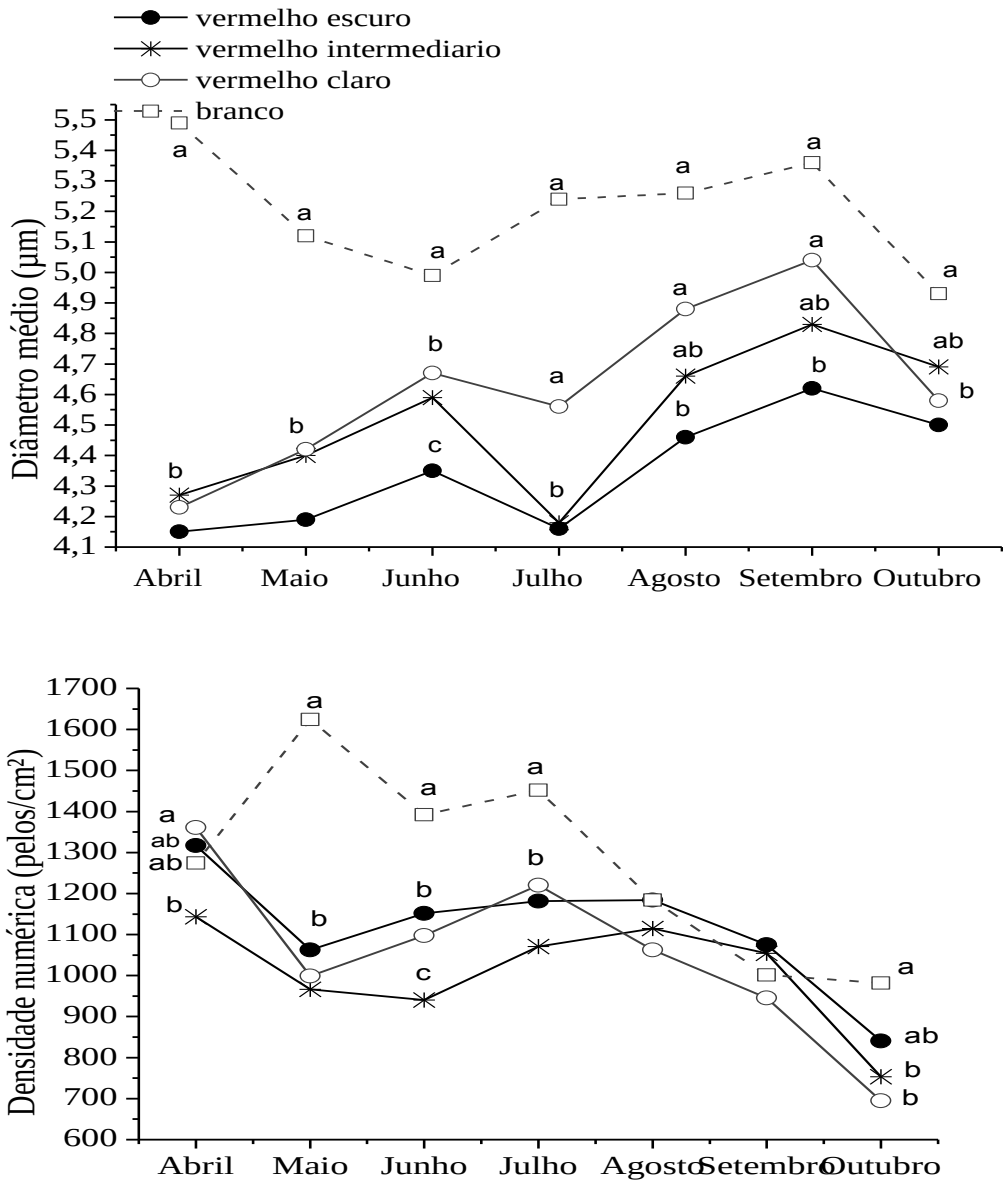
maior CTR, respectivamente, em todos os rebanhos, conforme demostrado na Tabela 2. As mesmas respostas foram encontradas por Costa (2012), em ovinos Morada Nova criados no semiárido paraibano. Mesmo assim, considerando que as características de pelame se configuram como importantes marcadores fenotípicos (FAÇANHA et al., 2013), são necessários mais estudos acerca do comportamento anual dessas características, de como elas podem influenciar o equilíbrio térmico, bem como dos seus impactos sobre o desempenho dos animais em regiões semiáridas de baixa latitude.

Os animais de pelagem branca apresentaram maiores médias de comprimento dos pelos em todos os meses. Os animais dos grupos 2 e 3 não apresentaram diferenças entre eles para tal característica ao longo dos meses. A grande variação registrada para CM foi verificada entre os animais de pelagem mais escura e os brancos, que correspondem aos extremos de cores de pelagem. Façanha et al. (2010) encontraram diferenças nas características de pelame ao longo dos meses do ano, de forma que nos meses com maiores T_A e radiação (Dezembro e Março), os animais, de todos os rebanhos apresentaram pelame menos denso, curtos e menor EP.

Em relação à densidade numérica de pelos (DN), os animais da variedade branca apresentaram pelagem significativamente mais densa nos meses de Abril (1274,42 pelos.cm-²), Maio (1624,04 pelos.cm-²), Junho (1391,77 pelos.com-²), Julho (1451,82 pelos.cm-²) e Outubro (982,04 pelos.com-²) nos demais meses não houve diferença significativa entre os grupos de cores de pelame, somente no mês de Junho (940, 08 pelos.com-²) que os animais de pelagem vermelho intermediário que apresentaram menor média de DN. Foi verificada uma tendência na redução da DN nos meses de maior radiação solar em todos os grupos de cor de pelame (Figura 11), de forma que os animais do grupo 3 apresentaram redução de 48% na DN do mês de Abril para Outubro, sendo essa redução menos pronunciada nos animais de pelagem branca correspondendo à 21% nos mesmos meses. É importante ressaltar a importância de pelames com baixa densidade numérica de pelos porém, no caso de animais com epiderme despigmentada o ideal seria que os animais apresentassem elevada DN, visto que estes não possuem a melanina que promove a proteção contra os raios ultravioletas, nesses animais, o pelme atua no sentido de promover a proteção física contra a radiação UV e não com a finalidade de favorecer a perda de calor, como ocorre nos animais que apresentam a epiderme pigmentada. Costa, (2012) verificou redução na densidade de pelos em ovelhas da raça Morada Nova da variedade branca (879,20 pelos.cm-²) e vermelha (811,12 pelos.cm-²)

no período chuvoso, com início no mês de Janeiro e atribuiu os resultados como uma possível muda de pelos que ocorre nesse período. Segundo Nixon (2002) ocorrem duas mudas de pelos em animais de região temperada, uma no mês de Setembro e outra em Março.

Figura 11 Variação mensal do diâmetro médio dos pelos e densidade numérica do pelame em ovelhas da raça Morada Nova de diferentes tonalidades de pelagem criadas extensivamente em ambiente Semiárido



Nos meses que compreendem o período seco do ano todos os animais, independente da cor do pelame, apresentaram pelos mais grossos (Figura 11). A maior diferença para tal característica foi verificada nos extremos de cores de pelame, representado pelos animais de pelagem vermelho escuro, que apresentaram menor média de diâmetro, com os animais de pelagem branca que possuíram pelos mais grossos.

Os animais que vivem em região tropical devem possuir proteção contra a radiação solar intensa e alta capacidade de eliminar o excesso de calor corporal através da superfície cutânea, para evitar alterações nas características fisiológicas (SILVA, 2000). Portanto, animais que apresentam características de pelame diferentes das consideradas ideais para região podem apresentar maior dificuldade de dissipar calor, acionando alguns mecanismos termorreguladores o que pode refletir em alterações de alguns indicadores de homeostase. Assim, é interessante avaliar de forma conjunta as caracteristicas de pelame e as ligadas à adaptação dos animais. McManus et al., (2011) avaliaram ovelhas com diferenças nas características de revestimento da superfície corpórea e perceberam que os animais com pelos longos, grossos e mais escuros foram os que apresentaram maior taxa de sudação, temperatura retal e frequencia respiratória. O presente trabalho avaliou a relação entre diferentes características de pelame com alguns indicadores de adaptabilidade. Os resultados sugerem que quando os animais apresentaram diâmetro do pelo > 5,1 μm (mais grossos) houve menor acionamento da frequência respiratória (FR), evaporação respiratória e menor temperatura da superfície corpórea (Tabela 4). Tal fato deve ter ocorrido possivelmente, devido ao fato de que, quanto maior o diâmetro, maior a condução molecular através dos pelos, intensificando a condutividade térmica. Desta forma, pelame constituído por pelos grossos é mais vantajoso do ponto de vista adaptativo, principalmente nos animais criados em ambiente quente; tal característica contribui para menor aquecimento da superfície cutânea (TS) nos animais de pelos mais grossos, visto que há uma maior quantidade de calor transferido para o ambiente.

Em relação às classes de comprimento médio dos pelos, foi verificado que esta característica influenciou somente na perda de calor por evaporação cutânea (EC) de forma que animais com pelos mais curtos (<11,5mm) apresentaram menor necessidade de perder calor via EC. A avaliação das características de pelame junto com variáveis fisiológicas permite confirmar que para ambiente tropical o ideal seria que os animais apresentem pelos curtos e grossos, acima de uma epiderme pigmentada visto que tais características físicas podem favorecer na transferência de calor e auxiliar na homeostase. Bertipaglia et al., (2008)

estudaram a relação entre CM com o intervalo entre partos de bovinos da raça Braford criados em ambiente Tropical e verificaram uma correlação genética alta e positiva (0,71) entre essas características, sugerindo que a seleção para animais com pelos curtos resultou em menor intervalo entre partos, característica desejável nos sistemas de criação, tal comportamento em bovinos pode ocorrer também em ovinos deslanados.

Tabela 4. Média ± desvio padrão da frequência respiratória (FR), evaporação cutânea (EC), evaporação respiratória (ER), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície (TS) em relação às classes formadas para as características de pelame

Classes	N	FR(mov.min-¹)	EC (W.m-²)	ER (W.m-²)	TR (°C)	TS (°C)
Diâmetro médio (µm)						
<4,3	248	92,2^{a}±37,7	230,6^{a}±34,9	27,5^{a}±3,7	39,4^{a}±0,6	41,8^{a}±5,2
4,3 ≥ 5,1	267	80,8^{b}±36,7	234,6^{a}±38,8	26,9^{ab}±4,1	39,4^{a}±0,5	40,7^{a}±4,8
> 5,1	253	78,9^{b}±35,7	247,3^{a}±36,7	26,3^{b}±3,8	39,3^{a}±0,5	38,6^{b}±4,5
Comprimento médio (mm)						
<11,5	236	86,8^{a}±39,0	230,2^{b}±33,3	27,0^{a}±3,5	39,4^{a}±0,6	41,1^{a}±4,8
11,5 ≥ 13,5	269	83,1^{a}±37,1	231,0^{b}±33,4	27,2^{a}±4,0	39,3^{a}±0,5	41,2^{a}±5,2
>13,5	263	81,9^{a}±35,3	250,6^{a}±34,2	26,5^{a}±4,1	39,3^{a}±0,5	40,3^{a}±4,8
Densidade de pelos (pelos.cm^{-2})						
<950,0	290	89,2^{a}±40,6	213,6^{b}±34,5	27,4^{a}±3,6	39,4^{a}±0,5	41,2^{a}±4,9
950,0 ≥1300,0	247	82,6^{ab}±36,8	243,7^{a}±32,8	26,9^{ab}±3,9	39,3^{a}±0,5	41,2^{a}±5,1
>1300,0	231	78,5^{b}±31,5	260,8^{a}±39,8	26,2^{b}±4,2	39,3^{a}±0,5	40,3^{a}±4,8
Espessura do pelame (mm)						
<6,0	230	83,1^{a}±37,8	246,7^{a}±32,9	26,9^{a}±3,3	39,4^{a}±0,5	40,8^{a}±4,7
6,0 ≥ 8,0	269	82,5^{a}±36,5	228,6^{a}±34,0	27,1^{a}±3,9	39,3^{a}±0,5	40,7^{a}±4,9
>8,0	269	85,8 ^{a}±37,2	239,1^{a}±35,8	26,7^{a}±4,4	39,3^{a}±,06	41,1^{a}±5,1

N=número de observações
Médias seguidas da mesma letra, para cada efeito e dento de cada coluna, não difere estatisticamente (P>0,05) pelo teste de Tukey

O número de pelos por unidade de área (DN) influenciou os mecanismos evaporativos; os animais com pelame mais denso (> 1300,00 pelos.cm-²) apresentaram maior perda de calor por EC e menor por ER (Tabela 4). Esse fato pode ser justificado pelo maior número de glândulas sudoríparas observado na espécie ovina onde, cada glândula sudorípara está

associada a um pelo (SILVA, 2000; MARAI et al., 2007). No entanto, Holmes (1981) descreveu que ovelhas com velo mais densos apresentam maior dificuldade de dissipar calor por EC, resultado não observado no presente trabalho, onde a pelagem mais densa estava relacionado com maior EC, menor necessidade de acionamento da ER (26,2 $W.m^{-2}$) e menor TS (40,2°C).

Castanheira et al., (2010) avaliaram a relação entre as características de pelame e as fisiológicas, de forma que a refletância da pelagem, o comprimento e a densidade numérica de pelos apresentaram maior influência sobre as funções orgânicas, como características hematológicas, temperatura retal e frequência respiratória. Adicionalmente, esses autores verificaram ainda que os animais da raça Santa Inês possuíam características de pelame mais favoráveis para criação em ambiente tropical o que refletiu nos melhores valores das características fisiológicas. Por outro lado, as características da capa de velo reportada nos animais da raça Bergamácia pode ter dificultado a perda de calor para o ambiente, o que resultou em maior estresse nesses animais. McManus et al., (2009) também encontraram diferenças entre animais lanados e deslanados em relação às características fisiológicas, tendo os animais deslanados apresentado menores médias de temperatura retal e taxa de sudação do que os lanados.

As classes de espessura de pelame não influenciaram nenhuma variável fisiológica, possivelmente devido à homogeneidade dessa característica nos animais da raça Morada Nova. Outro resultado interessante está relacionado com a temperatura retal, que não foi influenciada pelas características de pelame; assim, todos os animais conseguiram manter a homeotermia independentemente das características da superfície corpórea, visto que tais variáveis são resultados de anos de seleção natural e certamente contribuem para o equilíbrio do animal com o ambiente.

CONCLUSÃO

As ovelhas da raça Morada Nova apresentam diferenças nas características morfológicas de pelame em função da cor, de forma que animais da variedade vermelha apresentam características que facilitam a perda de calor; porém os de cor branca apresentam características que promovem a proteção da epiderme. Todos os animais estudados apresentaram características de pelame favoráveis à adaptação ao ambiente semiárido. Os animais que apresentaram menor perda de calor pelos mecanismos evaporativos foram

aqueles com pelagem menos densa, formada por pelos curtos e grossos, indicando que estes devem ser selecionados para criação a campo em regiões semiáridas de baixa latitude.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, R.M.; GUPTA, U.D.; SEHGAL, J.P.; SINGH, M. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**. v. 18, p. 245-248, 1995

ARCO, Padrão racial de ovinos Morada Nova. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos, Bagé, Brasil disponível em http://www.arcoovinos.com.br Acesso em Setembro de 2016.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; MAIA, A.S.C.; Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 36, v. 2, p. 350-359, 2007

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; FRIES, L. A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A.; Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, p. 1443-1448, 2006.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed. Fortaleza: ESAM, 1976. 510p.

CASTANHEIRA, M.; PAIVA, S.R.; LOUVANDINI, H.; LANDIM, A.; FIORVANTI, M.C.S.; DALLAGO, B.S.; CORREA, P.S.; MCMANUS, C.; Use of heat tolerance traits in discriminanting between groups of sheep in central Brazil. **Tropical Animal Health Production,** v. 42, p. 1821-1828, 2010

CENA, K.; MONTHEITH, J.L.; **Transfer processes in animal coats**. I. Radiative Transfer. Procedings Royal Society London, v. 188, p. 377-393, 1975

COLLIER, R.J.; GEBREMEDHIN, K. G.; Thermal biology of domestic animals. **Annual Review of Animal Biosciences.** v. 3, p.1-10, 2015.

COSTA, W.P.; Atributos adaptativos de ovinos Morada Nova criados no Semiárido brasileiro. 2012. 117f. **Tese** (Doutorado Integrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB, 2012.

COSTA, W.P.; FAÇANHA, D.A.E.; LEITE, J.H.G.M.; SILVA, R.C.B,; SOUZA, C.H.; CHAVES, D.F.; VASCONCELOS, A.M.; SOTO-BLANCO, B.; VALE, A.M.; PIMENTA FILHO, E.C. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes

under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, 36: 4589-4600, 2015.

COSTA, C.C.M.; MAIA, A.S.C.; FONTENELE NETO, J.D.; OLIVEIRA, S.E.O.; QUEIROZ, J.P.A.F. Latent heat loss and sweat gland histology of male goats in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, doi 10,1007/s00484-013-0642 2, v. 58, p. 179-184, 2014.

FUNCEME, Fundação Cearence de Meteorologia e Recursos Hídricos, <https://www,funceme,br>, Acesso em Setembro de 2016.

FAÇANHA, D.A.E.; SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; GUILHERMINO, M.M.; VASCONCELOS, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 837-844, 2010.

FAÇANHA, D.A.E.; CHAVES, D.F.; MORAIS, J.H.G.; VASCONCELOS, A.M.; COSTA, W.P.; GUILHERMINO, M.M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. v. 14, n.1, p. 91-103, 2013

FERGUSON, K.A.; DOWLING, D.F. The function of cattle sweat glands. **Australian Journal of Agricultural Researsh** East Melbourne. v. 6, p. 640-644, 1955.

GEBREMEDHIN, K.G.; BINXIN, W. Amodel of evaporation cooling of wet skin surface and fur layer. **Journal of Thermal Biology**. v. 26, p. 537-545, 2001.

GEBREMEDHIN, K.G.; NI, H.; HILLMAN, P.E. Modeling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. **Trans ASAE**. V. 40, n. 5, p. 1441-1447, 1997.

HELAL, A.; HANSHEM, A.L.S.; ABDEL-FATTAH, M.S.; EL-SHAER, H.M.; Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goat in Sinai, Egypt. American-Eurasian **Jouranl of Agricultural & Environment Science**, v. 7, n. 1, p. 60-69, 2010.

HOLMES, C.W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain, **Animinal Production**, v. 32, p.225–226, 1981

LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance of domestic animals.** Roma: FAO, 1953.161p.

LIGEIRO, E.C.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Perda de calor por evaporação associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 35, n. 2, p. 544-549, 2006.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do Pelame de Vacas Holandesas em Ambiente Tropical: Um Estudo genético e Adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.32, n. 4, p.843-853, 2003.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; ANDRADE, P. C.; Efeitos da temperatura e da movimentação do ar sobre o isolamento térmico de velo de ovinos em câmara climática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 104-108, 2009.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BATTISTON LOUREIRO, C.M.; Sensible and latent heat loss from body surface of Holstein cows in a Tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 50, p. 17-22, 2005.

MCFARLANE, W.V. **Adaptation of ruminants to tropics and desert** In: Hafez, E.S.E. (ed), Adaptation of Domestic Animals. Lea & Febiger, Philadelphia, p. 164-182, 1968

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F.E.M.; PAIVA, S.R.; PAIM, T.P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and 113 their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production,** v.43, p.121-126, 2011.

MARAI I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M.A.M.; Physiological traits as afected by heat stress in sheep A review. **Small Ruminant Research,** v. 71, p. 1-12, 2007.

NIXON, A.J.; FORD, C.A.; WILDERMOTH, J.E.; CRAVEN, A.J.; ASHBY, M.G.; PEARSON, A.J. Regulation of prolactin receptor expression in ovine skin in relation to circulating prolactin and wool follicle growth status. **Journal of Endocrinology**, v. 172, p. 605-614, 2002.

PICCIONE, G.; CAOLA, G.; REFINETTI, R. Effect of shearing on the core body temperature of three breeds of Mediterranean sheep. **Small Ruminant Research**. V. 46, p. 211-215, 2002.

REDDY, S.J. Climatic classification: the semi-arid tropics and its environment - a review, **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 18, n.8, p. 823-847, 1983.

SAMPAIO, E.V.S.B. Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas, In: Sales VC (Ed), **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**, Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 2003

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; POCAY, P.L.B.; Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**, Nobel/FAPESP, São Paulo, p 286, 2000.

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; POCAY, P.L.B.; Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 30, n.6, p. 1939-1947, 2001.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**, FUNEP, São Paulo- Brasil, 2008.

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.;TONHATI, H.; Radiative properties of the body surface of cattle and others animals. **Transaction of ASAE,** v. 46, p. 913-918, 2003.

SILVA, R.G.; LASCALA JR, N.; LIMA FILHO, A.E. Respiratory heat loss in the sheep: a comprehensive model. **International Journal of Biometeorology, v.** 46, p.136-140, 2002.

SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; COSTA, L.L.M.; QUEIROZ, J.P.A.F.; Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 927-932, 2012.

SUHAIR, S.M.; ABDALLA, M.A.; Effects of seasonal changes and shering on thermoregulation, blood constituents and semen characteristics of desert rams (*Ovis aries*). **Pakistan Journal Biology Science**, v. 16, n. 24, p. 1884-1893, 2013

UDO, H.M.J. Hair coat characteristics in Friesian heifars in the Netherlands and Kenya. Wageningen: Meded. Landbouwhogeschool Wageningen, 1978, 135p.

VERISSIMO, C.J.; TITTO, C.G.; KATIKI, L.M.; BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; MOURAO, G.B.; OTSUK, I.P.; PEREIRA, A.M.F.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; TITTO, E.A.L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.1, p.159-167, 2009.