



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

**CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE
OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA**

JACINARA HODY GURGEL MORAIS
ZOOTECNISTA

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Setembro/2011

JACINARA HODY GURGEL MORAIS

**CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE
OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Débora Andréa Evangelista Façanha

MOSSORÓ – RN – BRASIL
Setembro– 2011

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca
“Orlando Teixeira” da UFERSA**

JACINARA HODY GURGEL MORAIS

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

APROVADA EM: 27 / 09 / 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dra. Débora Andréa Evangelista Façanha (UFERSA)
Orientadora

Prof^ª. Dra. Maria Bernardete Cordeiro de Sousa (UFRN)
Primeiro Membro (Externo)

Prof. Dr. Luis Alberto Bermejo Asensio (ULL-ES)
Segundo Membro (Externo)

Prof^ª. Dra. Magda Maria Guilhermino (UFRN)
Terceiro Membro (Interno)

Dedico

Primeiramente a Deus que sempre está ao meu lado

A meus pais João Batista Neto e Nadja Maria Gurgel da Costa Morais

Minhas irmãs Jadna Naduska e Jácina Tábita, minha sobrinha linda Sophia
Maria

E ao amor de minha vida Júlio Sérgio Leite da Silva

Ofereço

A todos os Sertanejos que sobrevivem com a arte de criar animais e que

fazem da zootecnia uma forma honesta de criar seus filhos

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida.

A minha família que sempre me ajuda e confiou em mim, em especial aos meus avós que nunca deixou que faltasse nada na minha vida estudantil.

Aos meus pais que me ensinaram valores que me fizeram uma pessoa melhor, minha sobrinha linda Sophia que desde que nasceu só trouxe alegria para todos, minhas tias, primas, e as minhas irmãs.

Ao meu noivo Júlio Sérgio Leite da Silva, pelo amor e compreensão da minha ausência, quando tive provas, trabalhos, viagens. Devo todo meu sucesso a você, minha fortaleza.

Ao PPG em Produção Animal e seus Professores pelos ensinamentos, confiança e cordialidade.

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, pelo convite e pela confiança na nossa equipe.

A todos os produtores que disponibilizaram seu valioso tempo e os animais para o estudo.

Agradeço a professora Débora Andréa, por ter me acolhido não só como orientada mas também como amiga, obrigado pela oportunidade de realização deste trabalho. Aos professoras participantes da banca examinadora: Prof. DSc. Maria Bernadete e e Prof. DSc. Magda Maria Guilhermino.

A Grande ajuda do Prof. Wirton Peixoto Costa, que me ajudou MUITO em tudo, pela confiança cordialidade e apoio, ao professor Benito Soto Blanco pelo auxílio nas análises.

Meus amigos do PPGPA principalmente Dinnara, Karla, Dowglish, Luana e Vanessa pelos ensinamentos diários e pelos momentos de descontração. Valeu galera!!

A todos os integrantes do Núcleo de Pesquisa Pró criar que me ajudaram nas coletas para realização deste trabalho: Dowglish, Márcio, Regina Cely, Kelly, Zé André, Wallace, Paula Priscila, Wilma e Jardel, pela ajuda na contagem dos pelos. Principalmente Wallace e Dowglish amigos de todas as horas.

O André e Erinaldo que me auxiliaram muito nas análises bioquímicas e hormonais.

Muito Agradecida!

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JACINARA HODY GURGEL MORAIS - filha de João Batista Neto e Nadja Maria Gurgel da Costa Morais, nascida em 15 de Setembro de 1985, na cidade de Mossoró-RN. No ano de 2004 foi aprovada para ingressar na antiga ESAM (Escola Superior de Agricultura de Mossoró), atual UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), no curso de Zootecnia, durante o curso trabalhou de forma voluntária por um ano com a professora Débora Andrea Evangelista Façanha na área de bioclimatologia, e foi bolsista no ano 2007/2008 e 2008/2009 do PICI (Programa de Iniciação Científica). No ano de 2009 foi convidada pela professora Débora a participar de um projeto intitulado “Conservação, Caracterização e Melhoramento Genético da Raça Morada Nova”, onde coletou dados para defesa de seu trabalho de conclusão de curso intitulado por “Respostas Adaptativas e Parâmetros Sanguíneos de Ovinos Morada Nova em Ambiente Tropical”, que ocorreu no período 2009.1. No ano de 2010 ingressou no Programa de Pós Graduação em Produção Animal na UFERSA sob a eterna orientação da professora Débora Andréa na sub área de Melhoramento dos recursos genéticos, submetendo-se a defesa no dia 27 de Setembro de 2011.

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

RESUMO: O estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar ovelhas da raça Morada Nova quanto aos aspectos adaptativos, através da avaliação de respostas termorreguladoras e homeostáticas em ambiente Semiárido. Para tanto foram registradas características de pelame como: espessura da capa (E, cm), comprimento (CM, cm) e diâmetro médio dos pelos (D, cm), além do número de pelos por unidade de área (DN, número de pelos por cm²). Foram também avaliadas algumas respostas termorreguladoras como temperatura retal (°C), frequência respiratória (movimentos/minuto) e dosagens de hormônios calorigênicos, a saber triiodotironina (T₃) e tiroxina (T₄). Como forma de avaliar a homeostase foi estudado o perfil hematológico com contagem de eritrócitos (x10⁶/mm³), hematócrito (%) e Volume Corpuscular Médio (fL), além da bioquímica sérica. As coletas dos dados foram realizadas em 27 rebanhos distribuídos no estado do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí e Pernambuco, totalizando 633 animais, no qual foi avaliada a variação desses parâmetros em função da condição de escore corporal, idade, local de coleta e das variáveis ambientais. O ambiente térmico foi monitorado em cada rebanho coletado. Verificou-se efeito de rebanho para todos os parâmetros avaliados, e variação do perfil hematológico e bioquímico de acordo com o escore da condição corporal. As condições ambientais em que os animais se encontravam expostos não fizeram variar as suas respostas fisiológicas de termorregulação, mantendo dentro da normalidade a temperatura retal, frequência respiratória e as concentrações séricas de T₃ e T₄. As médias dos parâmetros bioquímicos também se encontraram dentro dos valores normais para espécie, mesmo nas condições de elevada radiação. Para as características morfológicas de pelame encontraram-se valores que favoreceram a maior dissipação do calor para o ambiente, principalmente nos rebanhos avaliados durante o período seco, como EP = 4,75mm; CM = 12,41; D = 5,25µm e DN = 839,43 pelos/cm². Portanto, esses resultados confirmaram a elevada adaptação dos ovinos Morada Nova às condições de Semiárido, uma vez que não foram alterados os parâmetros bioquímicos, hematológicos e fisiológicos, sobretudo os hormônios calorigênicos. Foi também demonstrada a eficiência do conjunto de características estudadas como indicadores de adaptação, podendo ser adotadas em qualquer sistema de exploração de raças autóctones.

Palavras-chave: adaptação, estresse térmico, características de pelame, perfil hematológico, bioquímico, hormônios tireoidianos

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Ovinos Morada Nova, variedades Vermelha e Branca (Fonte: Façanha, 2010 -
Arquivo Pessoal)..... 18

Figura 2. Matrizes da Raça Morada Nova, variedade vermelha, destacando-se a
prolificidade e habilidade materna (Fonte: Façanha, 2010).....18

Capítulo II

Figura 1. Paquímetro (A) e Micrometro (B) utilizados nas medidas de comprimento e
diâmetro dos pelos.....48

Figura 2. Amostragem do Pelame (A), mensuração e contagem de pelos (B).....48

Figura 3. Frequência dos valores de espessura de pelame (EP), comprimento (CM) e
diâmetro (D) médio e densidade numérica de ovinos Morada Nova no período
chuvoso.....54

Figura 4. Frequência dos valores de espessura de pelame (EP), comprimento (CM) e
diâmetro (D) médio e densidade numérica de ovinos Morada Nova no período
seco.....57

Figura 5. Variação da espessura de pelame em função da densidade numérica e
comprimento médio dos pelos de ovinos Morada Nova59

Capítulo III

| | |
|---|----|
| Figura 1. Preparação e coleta de sangue nos ovinos Morada Nova..... | 73 |
| Figura 2. Armazenamento das amostras de soro, Kit e material utilizados para dosagem de Tiroxina (T ₄) e Triiodotironina (T ₃)..... | 73 |
| Figura 3. Leitora e lavadora de Elisa utilizados para obtenção do triiodotironina (T ₃) e tiroxina (T ₄)..... | 74 |
| Figura 4. Frequência dos valores de temperatura retal (TR), Frequência respiratória (FR), Tiroxina total (T ₄) e Triiodotironina (T ₃) de ovelhas Morada Nova no período chuvoso..... | 82 |
| Figura 5. Frequência dos valores de temperatura retal (TR), Frequência respiratória (FR), Tiroxina total (T ₄) e Triiodotironina (T ₃) de ovelhas Morada Nova no período seco..... | 83 |
| Figura 6. Variação dos níveis séricos de Triiodotironina (T ₃) em função da Carga Térmica Radiante (CTR) e do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)..... | 91 |
| Figura 7. Variação da frequência respiratória (FR) em função da temperatura do ar (°C) e temperatura retal (TR°C)..... | 92 |

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

- Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão para variáveis meteorológicas e índice de conforto térmico nos diferentes ambientes coletadas.....50
- Tabela 2. Média \pm desvio padrão, máxima e mínima das características de pelame de ovino Morada Nova.....51
- Tabela 3. Resumo da análise de variância para espessura de pelame (EP; mm), comprimento médio dos pelos (CM; mm), densidade numérica (DN; pelos/cm²) e diâmetro médio (D; μ m) de ovelhas Morada Nova53
- Tabela 4. Médias \pm desvio padrão das características morfológicas de ovino Morada Nova durante o período chuvoso.....53
- Tabela 5. Médias \pm desvio padrão das características morfológicas de ovinos Morada Nova durante o período seco.....56
- Tabela 6. Coeficiente de correlação da espessura de pelame (EP), comprimento médio (CM), densidade numérica (DN) e diâmetro médio (D) e das variáveis ambientais Carga térmica radiante (CTR) e Índice de Temperatura Globo e Umidade (ITGU).....58

Capítulo III

- Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão das características ambientais nos diferentes estados coletadas.....78

| | |
|---|----|
| Tabela 2. Resumo da análise de variância da temperatura retal (TR; °C), frequência respiratória (FR; movimentos/minuto), dos níveis circulantes de tiroxina total (T ₄ ; µg/dL) e triiodotironina (T ₃ ; µg/dL) de ovelhas Morada Nova..... | 79 |
| Tabela 3. Média das variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) frequência respiratória (FR) tiroxina total (T ₄) e triiodotironina (T ₃) dos diferentes estados do Nordeste brasileiro..... | 80 |
| Tabela 4. Coeficiente de correlação entre as variáveis fisiológicas..... | 84 |
| Tabela 5. Resumo da análise de variância do número de eritrócitos (x10 ⁶ /mm ³), hematócrito (%) e volume corpuscular médio (fL) de ovelhas Morada Nova..... | 86 |
| Tabela 6. Médias ± desvio padrão, mínimo e máximos e valores de referência dos parâmetros bioquímicos séricos e eritrocitário de ovelhas Morada Nova..... | 87 |
| Tabela 7. Variação das médias de eritrocitários e da secreção dos hormônios tiroxina total (T ₄) e triiodotironina (T ₃) em diferentes idades de ovelhas Morada Nova..... | 88 |
| Tabela 8. Variação das concentrações séricas bioquímicas e eritrocitária em relação à condição de escore corporal | 90 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPITULO I - Referencial Teórico..... | 16 |
| 1.1 A Raça Morada Nova: Histórico e Caracterização | 17 |
| 1.2 Homeostase e Adaptação | 19 |
| 1.2.1 Ajustes comportamentais | 24 |
| 1.2.2 Ajustes Fisiológicos | 25 |
| 1.2.3 Ajustes Morfofuncionais | 29 |
| 1.3 Perspectivas da Inclusão de Respostas adaptativas em Programa de Melhoramento Genético Animal | 31 |
| REFERÊNCIAS | 34 |
| CAPÍTULO II..... | 38 |
| CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PELAME DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA..... | 38 |
| RESUMO: | 39 |
| ABSTRACT | 40 |
| 1. INTRODUÇÃO | 41 |
| 2. OBJETIVOS..... | 43 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 44 |
| 3.1 LOCAL E PERÍODO | 44 |
| 3.2 ANIMAIS | 44 |
| 3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS | 45 |
| 3.3.1 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar..... | 45 |
| 3.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME..... | 46 |
| 3.4.1 Espessura da Capa de Pelame e Amostragem dos Pelos..... | 46 |
| 3.4.2 Comprimento médio dos pelos..... | 46 |
| 3.4.3 Diâmetro Médio dos Pelos | 46 |
| 3.4.4 Densidade numérica do pelame..... | 47 |
| 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 48 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 48 |
| 4. CONCLUSÃO | 58 |
| 5. REFERÊNCIAS | 59 |
| CAPÍTULO III | 61 |
| CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E HOMEOSTÁTICA DE OVINOS MORADA NOVA..... | 61 |

| | |
|--|----|
| RESUMO | 62 |
| ABSTRACT | 63 |
| 1. INTRODUÇÃO | 64 |
| 2. OBJETIVOS..... | 67 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 68 |
| 3.1 LOCAL E PERÍODO | 68 |
| 3.2 ANIMAIS | 68 |
| 3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS | 69 |
| 3.3.1 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar..... | 69 |
| 3.4 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS..... | 70 |
| 3.4.1 Temperatura Retal e Frequência Respiratória..... | 70 |
| 3.4.2 Coleta de sangue, dosagem Hormonal e Bioquímica..... | 70 |
| 3.4.3 Coleta de sangue e avaliações hematológicas | 72 |
| 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 73 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 75 |
| 5. CONCLUSÃO | 90 |
| 6. REFERÊNCIAS | 91 |

CAPITULO I - Referencial Teórico

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

CARACTERIZAÇÃO DE ATRIBUTOS ADAPTATIVOS DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

1.1 A Raça Morada Nova: Histórico e Caracterização

A raça Morada Nova é uma das principais raças de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, considerada a única raça de ovinos brasileira, explorada geralmente de em sistemas extensivos para produção de carne e pele, sendo esta muito apreciada no mercado internacional. Esses animais foram primeiramente descritos pelo Prof. Otávio Domingues, durante viagem pelo então Departamento Nacional de Produção Animal, em 1937, ao município de Morada Nova – CE, o qual acreditava que a raça se originou a partir de animais trazidos pelos colonizadores portugueses, sobretudo os ovinos Bordaleiros de Portugal, que apresenta a possibilidade de gerar ovinos cujas progênes teriam perdido a lã quando foram submetidos a uma seleção natural num ambiente impróprio para o desenvolvimento da lã, como é o caso do Nordeste brasileiro (FACÓ et al., 2008)

O nome oficial da raça Morada Nova foi homologado em outubro de 1977, durante um encontro promovido pelo Ministério da Agricultura em Fortaleza, Ceará (FIGUEIREDO, 1980). Hoje, a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos reconhece duas variedades de ovinos da raça Morada Nova: a vermelha, variando de intensidade vermelha escura a clara, e a branca (FIGURA 1). A variedade vermelha corresponde à maioria dos rebanhos (ARCO, 2011).

O atual padrão racial do Morada Nova é definido pela ARCO (2011), como: “Animais deslanados, mochos, de pelagem vermelha ou branca; machos com 40/60 Kg; fêmeas adultas com 30/50 Kg. Cabeça larga, alongada, perfil sub-convexo, focinho curto bem proporcionado, orelhas bem inseridas na base do crânio e terminando em ponta; olhos amendoados. Pescoço bem inserido no tronco, com ou sem brincos. Linha dorso-lombar reta, admitindo-se ligeira proeminência de cernelha nas fêmeas; garupa curta com ligeira inclinação; cauda fina e média, não passando dos jarretes. Membros finos, bem aprumados, cascos pequenos e escuros. Pelagem de acordo com a variedade. a) Variedade Vermelha – Pelagem vermelha em suas diversas tonalidades; cor mais clara na região do períneo, bolsa escrotal, úbere e cabeça. A presença de sinais pretos não desclassifica. Pele escura, espessa, elástica e recoberta de pelos curtos, finos e ásperos. Mucosa escura. Cauda com

ponta branca (FIGURA 2). b) Variedade Branca - Pelagem branca, sendo permissíveis mucosas e cascos claros. Pele escura, espessa, elástica e resistente.



Figura 1. Ovinos Morada Nova, variedades Vermelha e Branca (Fonte: Façanha, 2010 - Arquivo Pessoal)

Facó et al. (2008), em um teste de desempenho individual de reprodutores de ovinos da raça Morada Nova, observou ganho de peso médio diário dos animais de 0,159 kg/dia, variando de 0,094 a 0,225 kg. As médias para as características área de olho de lombo, perímetro escrotal, espessura de gordura e avaliações visuais foram 7,60cm², 28,8cm, 1,9 mm e 14,29 respectivamente.



Figura 2. Matrizes da Raça Morada Nova, variedade vermelha, destacando-se a prolificidade e habilidade materna (Fonte: Arquivo do autor)

A raça Morada Nova apresenta, ainda, elevado valor adaptativo para as condições de produção do Semiárido nordestino, sendo capaz de apresentar elevadas taxas de

fertilidade, mesmo sob condições pouco favoráveis. Portanto, a raça Morada Nova se constitui em material genético de extrema importância para o produtor rural do Nordeste Brasileiro. Somando-se o baixo tamanho adulto e a boa habilidade materna às características já citadas, pode-se dizer que a Morada Nova é uma raça materna por excelência, representando um importante recurso genético para utilização em sistemas de produção de carne ovina em todo o Brasil. (ARAÚJO FILHO et al., 2010)

O rebanho ovino no Brasil chega a 16.811.721 de cabeças, das quais podemos encontrar 58,4% na região Nordeste e 28,6% no Sul do país (IBGE, 2009). Todavia, tem se observado crescimento vigoroso do rebanho ovino nas regiões Sudeste, Norte e, principalmente, Centro-Oeste. No entanto, a despeito deste crescimento, os rebanhos da raça Morada Nova sofreram um reduzindo tamanho gradativamente até 2009, uma vez que muitos criadores haviam optado pela utilização de outras raças, em grande parte conduzida por ações de “marketing”. Assim, tornam-se necessários esforços conjuntos no sentido de estabelecer sistemas de produção competitivos, produtos diferenciados que possam atrair o interesse dos produtores pela raça, contribuindo assim para a preservação deste importante patrimônio genético brasileiro.

Para tanto, é essencial caracterizar a raça tanto através das características produtivas quanto pelos atributos que conferem à mesma a sua reconhecida adaptação ao ambiente semiárido, considerando que estes podem influenciar o desempenho dos animais, portanto, constituem um importante subsídio para a orientação dos produtores nos programas de seleção de animais que possam contribuir para a melhoria do rebanho.

Nos dois últimos anos, a ação conjunta e interdisciplinar de pesquisadores envolvidos nas diversas esferas da produção animal, tem resultado em uma rápida recuperação das populações. Sendo de fundamental importância à realização de estudos que caracterizem os rebanhos, contribuindo para esclarecimento de processos produtivos e adaptativos, constituindo assim uma importante ferramenta de seleção para os produtores.

1.2 Homeostase e Adaptação

Atualmente vem crescendo o interesse pelos estudos de adaptação dos animais às regiões de clima quente, porém apesar de uma grande quantidade de estudos na área, muito se tem a investigar a respeito de mecanismos e características que permitem ajustes

morfofuncionais, além dos indicadores de adaptação. Desta forma, é necessário discutir a relação animais x ambiente, para então se compreender de forma concreta como funciona o organismo animal nas mais diversas condições ambientais e assim conhecer por que alguns indivíduos apresentam maior tolerância e outros maior sensibilidade as condições adversas de ambiente, sobretudo de clima.

A maioria dos animais de produção são classificados como Homeotérmicos termo usado para organismos que mantem a temperatura interna dentro de limites estreitos, independente da variação ambiental. Outra classificação importante é o dos Endotérmicos, onde o metabolismo é a fonte de geração de calor corporal, animais que apresentam essas características conseguem manter o sistema nervoso em uma temperatura equilibrada, o que favorece a estabilidade de suas funções, e graças a esta independência das variações externas de temperatura os animais adaptam-se facilmente a uma grande variedade de ambientes climáticos (SILVA, 2008).

Para os animais homeotérmicos manterem a temperatura corporal dentro da faixa de normalidade eles necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir calor (para aumentar a temperatura corporal quando a temperatura diminui) ou perder calor para o meio (diminuir a temperatura corporal no estresse calórico). Para que se encontrem em equilíbrio térmico, normalmente é necessário que estejam dentro da zona de termoneutralidade, que corresponde a uma faixa de temperatura ambiente na qual os animais não precisam produzir ou perder temperatura corporal. Nessa zona o ambiente não é um fator que limite a produção; os animais podem expressar o seu máximo potencial genético, pois não precisam desviar energia dos processos produtivos para a termorregulação.

Em geral, os animais buscam manter-se em equilíbrio com o ambiente, no entanto, existe um limite de variação da temperatura ambiental em que os animais conseguem permanecer em equilíbrio térmico, porém necessitam de ajustes fisiológicos para manter dentro da faixa de normalidade a temperatura corporal.

Quando a temperatura ambiente se encontra abaixo da temperatura de conforto, o animal precisa produzir calor corporal, acionando os mecanismos de termogênese, e se estiver acima da temperatura crítica superior o animal precisa dissipar calor para o ambiente, acionando os mecanismos de termólise. Em ambos os casos irão utilizar a energia de manutenção, diminuindo o aporte energético que seria direcionado para a produção, crescimento, engorda, reprodução, entre outros processos relevantes para seu desempenho.

Existe um limite de temperatura que abaixo do qual os animais não conseguem aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas, gerando um quadro de hipotermia, e outra em que acima dela o organismo é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura interna ocorrendo morte por hipertermia. Assim, os mecanismos de termorregulação representam a forma que os animais procuram a fim de manter estável a temperatura interna dos animais, apesar da variação da temperatura ambiental.

Segundo Silva, 2008, o equilíbrio térmico em um animal homeotérmico pode ser expresso pela seguinte equação:

$$M + aRC \pm RL \pm C \pm K - EC - ER + S = 0$$

Em que:

M = Produção de calor pelos processos metabólicos (W);

a = Coeficiente de absorvância da superfície externa do corpo;

RC = Ganho de calor por meio da radiação de ondas curtas (W);

RL = Trocas térmicas por radiação de ondas longas (W);

C = Trocas térmicas por convecção (W);

K = Trocas térmicas por condução (W);

EC = Perda de calor latente por meio da evaporação cutânea (W);

ER = Perda de calor latente por meio da evaporação respiratória (W);

S = Armazenamento de energia (W).

A energia térmica presente no organismo de um animal homeotérmico é em sua maior parte gerada pelos processos metabólicos, entretanto uma porção significativa é procedente do meio ambiente, por meio da absorção de radiação de ondas curtas e de ondas longas. A produção de calor pelo metabolismo depende do nível de atividade orgânica. Animais em crescimento geralmente apresentam temperatura corporal mais alta do que animais adultos, porque os intensos processos de divisão celular durante a fase de crescimento e desenvolvimento dos tecidos implicam em metabolismo mais elevado. A produção de leite, por exemplo, envolve alta atividade metabólica na glândula mamária. Quanto mais produtiva for uma vaca, tanto mais dificuldades ela encontrará para manter sua produção em um ambiente quente, caso seus mecanismos de eliminação de calor não sejam eficientes. Um dos motivos pelos quais os zebuínos se sentem bem confortáveis sob

altas temperaturas é o seu metabolismo, em geral cerca de 20% mais baixo que o de raças europeias (SILVA, 2000).

Os termos **RC**, **RL**, **C** e **K** representam a perda de calor sensível, ou não evaporativa. A condução poderia ser eliminada da equação porque, exceto no caso de animais deitados sobre o solo, as perdas por condução são desprezíveis. Numa região tropical, os animais evitam o contato com superfícies aquecidas e, por outro lado, a transferência térmica através dos cascos, quando os animais permanecem em pé, é mínima.

Em um ambiente quente, como de uma região tropical, a temperatura do ar se encontra próxima à corporal ou a excede, e neste caso há necessidade de se proteger o animal contra a penetração de calor externo por convecção, de modo que a importância deste mecanismo depende das condições ambientais. Isso porque as atividades metabólicas de manutenção e produção geram ainda mais energia térmica a ser dissipada para o ambiente. Além disso, a temperatura radiante média do ambiente tende a ser muito mais elevada que a da atmosfera e, conseqüentemente, a quantidade de energia térmica recebida por radiação, pode ser maior que a eliminada (SILVA, 2008).

Assim, em ambientes de elevada temperaturas do ar os processos latentes, como evaporação cutânea e respiratória, tornam-se a forma mais importante para a termorregulação, pois não dependem do gradiente de temperatura e utilizam a água como veículo de calor. Quando a temperatura ambiente se encontra abaixo da temperatura crítica inferior, a perda de calor na forma não evaporativa predomina. Porém, quando a temperatura ambiente excede a temperatura de superfície do animal, a única forma de dissipação de calor consiste nos mecanismos evaporativos.

Diante do exposto, optar por animais adaptados as particularidades do ambiente criatório significa trabalhar com organismos o mais próximo possível da homeostase, o que deve ser confirmado por indicadores fisiológicos normais, como temperatura corporal, perfil hormonal, bioquímico e hematológico, crescimento, função reprodutiva e produção de leite, entre outros.

Em ambiente tropical, os animais podem apresentar baixos índices produtivos em consequência de fatores ambientais desfavoráveis, e segundo Ruckesbusch et al. (1991) o potencial de produção de uma raça ou animal relaciona-se diretamente com seu grau de adaptação a um dado ambiente. Assim, a importação de raças originária de climas temperados pode frustrar os produtores por não apresentarem produção satisfatória, com animais que diminuem as funções produtivas e reprodutivas tornando a exploração zootécnica uma atividade onerosa.

Esse fator pode ser verificado quando analisamos a zona de termoneutralidade de bovinos europeus como os Holandeses que se encontra na faixa de 4°C a 26°C (HUBER, 1990), já para a raça Parda Suíça e Jersey a temperatura crítica superior segundo Baccari Jr (1998), pode chegar até 27 e 29°C respectivamente. Mota (2001) comenta que as condições ambientais para vacas em lactação se situam da seguinte forma: entre 7 e 27°C ótimo; entre 27 e 34°C, regular e acima de 35°C, crítico. Assim percebe-se que as condições necessárias para a máxima expressão do potencial genético desses animais dificilmente é encontrada nas regiões intertropicais, possivelmente esses animais devem acionar os mecanismos de termorregulação para entrar em equilíbrio com o ambiente o que custará em uma diminuição da energia disponível a produção.

Para ovinos essa faixa de temperatura vai de 4 a 30°C (NÃÃS,1989), já Baeta & Souza (1997) recomendam que essa temperatura deva situar-se entre 20 a 30°C e considera que a temperatura crítica superior é de 34°C.

Visto a importância de considerar as condições ambientais sobre o desempenho produtivo, há uma mudança no foco da seleção dos animais, onde não se pode somente considerar aspectos produtivos e sim aliar a produção com a adaptação, já que de nada adiantaria selecionar os animais mais produtivos e impor sobre eles um ambiente que limite seu desempenho. No entanto, é de suma importância conhecer as formas de adaptação dos animais, quais alterações ocorre com animais que estão expostos a condição de estresse e quais parâmetros que afetariam as suas funções produtivas.

Contudo, considerando-se o conceito de adaptação, que segundo Bridi (2001), seria o resultado da ação conjunta de características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais, a fim de promover o bem-estar e favorecer a sobrevivência de um organismo em um ambiente específico, não poderíamos concluir que um animal seja ou não adaptado a determinado ambiente sem considerar esses parâmetros. Assim, é prudente levar em conta as três formas de respostas utilizadas pelos animais para manter a homeotermia: ajustes comportamentais, fisiológicos e morfofuncionais, além dos indicadores homeostáticos como a bioquímica sanguínea e o perfil hematológico.

1.2.1 Ajustes comportamentais

Comportamento pode ser definido como um aspecto fenológico do animal que envolve a presença ou não de atividades motoras definidas, vocalização e produção de odores, os quais conduzem as ações diárias de sobrevivência do animal e as interações sociais. Como outra característica fenotípica o comportamento é definido por fatores ambientais e genéticos, podendo ser visto como processo dinâmico e sensível às variações físicas do meio e a estímulos sociais (BANKS, 1982).

As raças de ovinos que apresentam certa adaptação às condições ambientais severas podem expressar bom desempenho tanto confinado quanto em pastejo, mas pouco se tem estudado a respeito desses animais. O conhecimento do comportamento sobre pastejo permite ao produtor racionalizar as práticas de manejo, visando à redução de custos e melhoria na qualidade (SANTOS et al. 2011).

As mudanças que ocorrem nos padrões de comportamento muitas vezes são reflexos da tentativa do animal de transpor os agentes estressantes. A verificação da variação da temperatura retal e frequência respiratória isoladas, não expressam suficientemente as condições de adaptabilidade. Deve ser considerado o conjunto das respostas morfofisiológicas associadas aos ajustes comportamentais que os animais apresentam nas condições ambientais em que se encontram, a fim de se obter uma análise mais completa.

Os indicadores comportamentais mais utilizados para avaliar o estresse do ambiente são: ingestão de alimentos e água, ruminção, ócio e procura de sombra (SILANIKOVE, 2000). Em geral, os animais tendem a diminuir a ingestão de alimento nas horas mais quentes do dia, como forma de diminuir a produção de calor endógeno, aumenta a ingestão de água, já que durante o estresse os ovinos elevam sua frequência respiratória com a finalidade de eliminar calor via evaporação respiratória (SEVERINO et al. 2008) além de aumentar as horas de ócio e de procura de sombra.

Santos et al. (2011), perceberam uma correlação positiva entre temperatura do ar com visita à fonte de água, sendo o maior número de visitas entre 9 e 15 horas. Neiva et al. (2004) também observaram a mesma tendência sendo o consumo de água 50% maior para ovinos expostos ao sol. Damasceno et al. (1999) percebeu picos de alimentação no período da noite as 18 horas e relata que o aumento do consumo de alimentos nas horas mais frias

pode ser favorável ao melhor desempenho dos animais, e o período de ócio ocorreu entre as 11 e 14 horas, nas horas mais quentes.

Também é possível observar alteração no comportamento reprodutivo dos animais, que é afetado em condições de estresse térmico, já que esse fator está associado à falha na gestação podendo ocasionar alterações na duração e no comportamento sexual durante o estro (NEBEL et al.1997), aumento da ocorrência de oócitos anormais (HANSEN, 2002) e da morte embrionária (SARTORI et al. 2002), todos esses fatores podem reduzir a eficiência reprodutiva dos rebanhos.

1.2.2 Ajustes Fisiológicos

Após muitas tentativas de manter as raças européias produtivas em ambiente tropical, cujas respostas nem sempre foram satisfatórias, verifica-se uma preocupação não só de obter animais produtivos, mas sim de aliar a produção com a adaptação. Na década de 40 foram iniciados alguns estudos com a preocupação de analisar os parâmetros adaptativos, como o teste de Rhoad ou de Ibéria de 1944, que desenvolveu um coeficiente de tolerância ao calor baseado na temperatura retal, onde quanto menor a elevação da temperatura retal maior seria esse coeficiente e assim mais adaptado o animal, posteriormente foi elaborado outros métodos como o de Bonsma em 1949 ou o de Dowling em 1956, todas estas técnicas foram esclarecidas por Baccari Junior (1985). Por muitos anos a avaliação da temperatura retal e a frequência respiratória foram consideradas, segundo Bianca e Kunz (1978), as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. Hopkins et al. (1978) afirmam que valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie poderia 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 (BACCARI JR, 1986).

No entanto, Starling et al. (2002), com intuito de avaliar o grau de adaptação de ovinos ao calor através das medidas de temperatura retal e frequência respiratória, não obtiveram respostas satisfatória quanto à seleção de animais mais adaptados, concluindo que a avaliação de ambas variáveis não são suficientes na avaliação de parâmetros adaptativos.

Desta forma, os métodos evaporativos vêm atualmente ganhando grande importância como forma de dissipação de calor, principalmente em ambientes onde a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, o que torna os mecanismos de transferência de calor como condução e convecção ineficientes, assim os animais acionam a perda de calor latente como eficiente mecanismo para manter a temperatura retal dentro dos limites de homeostase. Em ovinos a perda de calor por via latente, está sendo bastante estudada e verificando sua grande importância na liberação do calor pelos animais, Starling et al. (2003) observaram que a frequência respiratória aumentou com o estresse térmico, indicado pela elevação da temperatura corporal, e que houve uma estabilização respiratória após a temperatura corporal atingir 40°C, o que é de grande importância devido a alterações fisiológicas que pode ocorrer com a prolongação dessa elevação.

Apesar da importância das pesquisas conduzidas com o intuito de quantificar as perdas de calor latente como forma de avaliar a adaptabilidade dos animais ao ambiente tropical, não se pode deixar de considerar o desgaste decorrente da grande perda de eletrólitos e água, como veículo de dissipação de calor, podendo impor sérios prejuízos ao animal e conseqüentemente na sua produção.

A estocagem térmica deve ser considerada com maior ênfase, uma vez que representa um mecanismo fundamental para sobrevivência de algumas espécies animais que vivem em regiões áridas, onde há intensa radiação solar e pouca disponibilidade de água. Esses animais necessitam de mecanismos fisiológicos eficientes para evitar a perda de líquidos corporais, desenvolvendo uma capacidade de armazenar no organismo certa quantidade de energia térmica durante o dia com a finalidade de reduzir a perda de calor por meios evaporativos, assim, durante o dia há uma elevação da temperatura corporal até um limite máximo, sendo depois essa energia térmica dissipada durante a noite quando as condições ambientais são menores que a temperatura corporal (SILVA, 2008). Alguns trabalhos conduzidos comparando raças exóticas com nativas brasileiras concluíram que essas últimas seriam menos adaptadas por terem apresentado maior temperatura corporal. No entanto, se atribuirmos a um grupo genético adaptado ao semiárido, por exemplo, um menor grau de adaptabilidade em virtude de uma temperatura corporal mais elevada poderia representar uma conclusão totalmente equivocada, uma vez que as mesmas podem estar tentando entrar em equilíbrio com o ambiente (SILVA 2008; SWANSON & REECE 1998).

Srikandakumar et al. (2003) ao comparar o efeito do estresse térmico nas raças Omani e Merino Australiano perceberam que a raça Omani elevou de forma significativa sua temperatura retal, quando expostos a estresse térmico, sugerindo que nos períodos de estresse os animais podem ter estocado calor com a finalidade de economizar água e desta forma apresentando-se mais tolerante ao calor que os animais da raça Merino.

Morais et al. (2010), analisando uma raça nativa de ovinos ao longo do dia, verificaram que nos instantes de maior carga térmica radiante (770Wm^{-2}) também houve maior estocagem térmica (60Wm^{-2}), essa condição ocorreu entre 11 e 14 horas, correspondendo aos horários de maior desconforto térmico pelos animais, representado pelo maior acionamento da frequência respiratória que chegou a 150 movimentos respiratórios por minuto. No período da noite quando não havia radiação o estoque foi negativo (-15Wm^{-2}), nessa condição representa a dissipação do calor estocado durante o dia.

Outra alteração que pode ocorrer em animais expostos ao estresse térmico é a 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 responsável pela 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 resposta da adrenal ao estresse agudo ocorre como aumento da secreção dos glicocorticóides, sobretudo o cortisol, usado como indicador de estresse e cujo efeito catabólico resulta em degradação dos tecidos e disponibilização de glicose aos tecidos nobres. Em contraste, a cronicidade do estímulo estressante pode levar a redução na atividade deste eixo, no sentido de reduzir a mobilização excessiva dos tecidos, com efeitos deletérios ao crescimento, reprodução e lactação (SCHIMIDT-NIELSEN, 2002). McDonald (1980) relata que animais mais adaptados respondem rapidamente as mudanças ambientais, proporcionando os ajustes fisiológicos necessários.

Façanha-Morais et al. 2008, realizaram um estudo detalhado sobre o comportamento anual da secreção dos hormônios tireoidianos em vacas leiteiras e perceberam algumas condições que favoreceram a diminuição de sua concentração, que foram: animais com maior média de frequência respiratória e temperatura retal, assim como época do ano com maiores índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). Tais características representam para os animais uma condição de estresse, assim diversos estudos relatam a sensibilidade da glândula tireóide ao estresse

térmico (SEJIAN et al. 2010; PEREIRA et al. 2008; PEZZI et al. 2003), já que seus hormônios estão ligados a termogênese e aumentam a taxa metabólica. A diminuição na secreção desses hormônios pode levar a prejuízos aos animais, visto a sua importância para o organismo, como síntese e produção de leite, crescimento e reprodução.

Sejian et al. (2010) pesquisando diferentes formas de estresse em ovinos, percebeu que o grupo de animais que estavam expostos ao estresse térmico e nutricional apresentaram os menores níveis de triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4) seguido pelo grupo expostos somente ao estresse térmico, o autor reporta que o maior regulador exógeno da atividade da glândula tireóide foi a temperatura ambiental. Starling, et al. (2005) também encontrou diminuição nas concentrações dos hormônios tireoidianos devido a elevação da temperatura ambiente, que apresentou correlação negativa ($r = -0,156$, para T_4 , e $r = -0,151$, para T_3), assim a elevação da temperatura do ar pode diminuir a taxa metabólica.

Além de todas essas alterações para manter os animais em homeotermia ainda podemos citar outros fatores como, alteração do fluxo sanguíneo, para favorecer a dissipação de calor interno, alteração nos parâmetros hematológicos e bioquímicos, fato relacionado à baixa produtividade dos animais pelo efeito do estresse calórico, que normalmente diminui o consumo de alimentos, seguida pela baixa taxa metabólica e de alterações nas concentrações hormonais (PEREIRA et al. 2008).

Segundo Lee et al. (1974), o hematócrito pode ser diminuído por vários fatores como anemia, hemólise, estado de gestação além de condições de estresse térmico por longa duração, que podem reduzir o número de hemácias, o teor de hemoglobina e a contagem global de leucócitos, em razão de um processo de hemodiluição. De acordo com, Schimidt-Nielsen (2002) a função da hemoglobina consiste no transporte de oxigênio dos pulmões para os diferentes tecidos e durante o esforço físico a liberação do oxigênio se processa de forma mais rápida, contribuindo para a elevação na taxa de consumo de oxigênio e conseqüentemente aumento do valor da hemoglobina.

Essa variação pode ser percebida nos estudos de Souza et al. (2007), que ao avaliar bovinos da raça Sindí em ambiente Semiárido, perceberam diminuição nos valores de eritrócitos, hematócrito e volume corpuscular médio, na estação seca do ano na qual prevalece condições de elevadas temperaturas ambientais, poucas chuvas e diminuição no valor dos alimentos quantitativa e qualitativamente. Brasil et al. (2000) verificaram redução do volume corpuscular médio e do hematócrito, associadas a maior perda de água pela termólise evaporativa, em cabras da raça Parda Alpina submetidas a estresse térmico.

Essas alterações foram acompanhadas por redução na produção de leite e nas concentrações de gordura, proteínas e sólidos totais.

Sejian et al. (2010), ao verificarem alterações nos constituintes bioquímicos e hematológico de ovinos submetidos a estresse térmico e nutricional verificaram variação em todos parâmetros, tais como Hemoglobina, Volume Corpuscular Médio, Glicose, Proteínas totais, colesterol, aspartato aminotransferase, Cortisol, T₃ e T₄ e insulina. Através desses resultados percebe-se a importância desses parâmetros como indicadores do estresse calórico em bovinos, pois as respostas hematológicas e bioquímicas apresentadas indicaram possíveis falhas na manutenção da homeostasia do animal frente à condição climática imposta.

De acordo com o exposto, Façanha et al. (2010) chamam à atenção para a necessidade de se considerar uma matriz multifatorial na avaliação da adaptabilidade dos diferentes grupos genéticos às peculiaridades climáticas da região tropical. Isto consiste em uma criteriosa investigação sobre os mecanismos termorreguladores mais utilizados nas diversas espécies, seus efeitos sobre a homeostase e, obviamente, sobre o desempenho desses animais nas esferas produtiva, reprodutiva e sanitária. Tais informações são ferramentas importantes para o estabelecimento de estratégias de manejo e de seleção de genótipos criados em regiões com alta incidência de radiação.

1.2.3 Ajustes Morfofuncionais

A superfície externa do corpo representa a principal linha de fronteira entre o organismo e o ambiente, o que irá determinar as características da superfície externa do corpo em função do ambiente e da natureza do organismo. Assim, animais que vivem em desertos e locais secos devem apresentar características diferentes de animais inseridos em regiões frias como evitar a perda de água e proteção contra a intensa perda radiação solar. O pelame é o tipo mais generalizado de proteção térmica entre os mamíferos, constituindo uma barreira ao fluxo de calor sensível por meio de isolamento proporcionado pela estrutura física e pelo tipo de fibra (SILVA, 2008).

As características morfológicas do pelame são importantes na regulação do calor corporal, influenciando diretamente as trocas de calor entre os animais e o ambiente, podendo ser bons indicadores de adaptação dos animais ao seu habitat (CENA &

MONTEITH, 1975). Assim, pode-se 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).

Façanha et al. (2010), avaliando a variação anual das características morfológicas do pelame de bovinos da raça Holandesa, no sertão central do Ceará, verificaram que o pelame menos denso, com pelos mais curtos e assentados ocorreu no mês de Março que teve maiores níveis de radiação solar. Este tipo de pelame apresenta menor resistência ao fluxo de calor latente e sensível através da capa, ao mesmo tempo em que apresenta menor transmissividade efetiva da radiação absorvida na superfície do animal. Maia et al. (2003), avaliando as características de pelame na raça Holandesa, verificaram que os animais com pelagem predominante preta apresentou pelos menos denso, mais curtos e grossos devido a maior necessidade de perder calor, enquanto que, os animais predominantes branco oferecem proteção á epiderme despigmentada. Assim, o autor recomenda a seleção de vacas com pelagem negras como forma de favorecer a resistência do gado Holandês ás condições de ambiente tropical, o que pode ser obtido pela alta herdabilidade dessas características ($h^2=0,75$).

Aiura et al. (2010), estudaram as características de pelame de caprinos da raça Pardo Alpina e Saanen verificou a mesma tendencia já observada nos bovinos, tendo os animais apresentado pelame denso, finos e bem assentados, características favoráveis a ambiente tropical. Entre as raças houve algumas diferenças onde os animais Saanen por apresentarem pelos e epiderme brancos, tinham maior necessidade de maior proteção a radiação solar com pelames mais densos, ao mesmo tempo que possuíam pelos mais curtos e grossos para facilitar as trocas termicas. Por outro lado os animais da raça Parda Alpina, por possuírem a epiderme e os pelos pigmentados, o que favorece a maior absorção do calor, apresentaram menor densidade numérica o que poderia aumentar as perdas por convecção e evaporação.

Ligeiro et al. 2006, objetivaram observar a associação da perda de calor por evaporação com as características morfológicas de pelame em caprinos, fator importante para os programas de seleção, favorecendo a adaptação dos animais e o melhoramento dos rebanhos. Houve diferença estatística ($p<0,05$) para raça, sendo os animais do ½ Boer ½ Saanen os que apresentaram maior evaporação cutânea associado a animais com pelos mais assentados e mais grossos. Da mesma forma, Bertipaglia et al. (2008), procurou associar as características de pelame com parâmetros adaptativos, sendo nesta pesquisa

analisado em relação com a eficiência reprodutiva, destaca-se a estimativa da correlação genética entre comprimento dos pelos e o intervalo de partos, que foi alta e positiva (0,71) sugerindo que a seleção para pelos mais curtos resultaria em menores intervalos de parto para bovinos da raça Braford. Apesar do resultado obtido o autor recomenda maiores estudos nessa área.

1.3 Perspectivas da Inclusão de Respostas adaptativas em Programa de Melhoramento Genético Animal

A maioria dos animais domésticos criados nos países tropicais descende de animais introduzidos pelos colonizadores europeus, os quais passaram por longo período de seleção natural, permitindo-lhes a aquisição de características que possibilitaram a sua sobrevivência em ambientes com temperaturas elevadas, agentes patogênicos e parasitos novos, alimentação diferente, cujos descendentes tornaram-se adaptados às condições tropicais (SILVA, 2008).

O Brasil possui diversas raças de animais domésticos, que evoluíram a partir de genótipos europeus selecionados em diferentes ambientes, para os quais desenvolveram características específicas de adaptação. No entanto, no início do século XX, no sentido de aumentar a produtividade desses animais, ocorreram diversas importações de raças exóticas oriundas de clima temperado, causando uma drástica substituição das raças nativas, e cujas progenies apenas eram avaliadas e selecionadas quanto ao aspecto produtivo (EGITO et al. 2002). Entretanto, considerando que o ambiente influencia muitos aspectos da produção animal, o sucesso de uma criação depende da escolha de raças ou grupo genético que sejam melhor adaptados às condições climáticas de uma determinada região, para a qual não se pode considerar apenas capacidade de ganho de peso e no rendimento de carcaça, produção de leite, mas também eficiência produtiva, adaptabilidade, prolificidade e sobrevivência (OLIVIER, 2002).

Diante da importância de se considerar a interação animal x meio ambiente, e de conhecer alterações que ocorre para que um animal seja considerado adaptado à determinada região, alguns estudiosos iniciaram pesquisas com a finalidade de incluir os parâmetros adaptativos em programas de melhoramento genético animal. No entanto, ainda há poucas informações sobre a influência de fatores associados à adaptação ao ambiente tropical, alguns autores (BUENO et al. 2006; PRAYAGA et al. 2003; SILVA, 1973)

sugerem enfatizar os estudos nessa área para que se possa incluir essas variáveis nos programas de seleção e melhoramento genético de animais aos trópicos.

A seleção para animais mais adaptados foi por muitos anos baseados somente na manutenção da temperatura corporal, no entanto, sabe-se que há vários fatores ligados na adaptação como parâmetros fisiológicos, sanguíneos e morfológicos. Hoffmann (2010), afirma ser difícil associar as características ligadas à adaptação com as relacionadas à produção já que, há uma diferença dos processos metabólicos que controla a tolerância ao estresse e a produção de leite, por exemplo. Na Austrália, uma melhor caracterização adaptativa dos animais junto com uso de tecnologia de reprodução como os marcadores moleculares, está sendo usado como embasamento nos cruzamento dos animais em programas de melhoramento (PRAYAGA, et al. 2006).

Bertipaglia et al. (2007), acreditando que há estreita relação entre a adaptação dos animais com os parâmetros reprodutivos, conduziram um estudo com a finalidade de investigar os efeitos das características de pelame sobre estes parâmetros, estimando a herdabilidade e correlações entre elas visando o melhoramento genético para a adaptação, destacou entre seus resultados a associação entre o diâmetro médio dos pelos com a idade ao primeiro parto ($-0,37 \pm 0,17$) e intervalo entre partos ($0,49 \pm 0,27$), 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 a seleção conjunta para melhor eficiência reprodutiva e tolerância ao calor. Observaram também uma correlação entre IPP e dias para o parto com o comprimento médio dos pelos, neste caso, a seleção para menores comprimentos poderia ser favorável à redução do intervalo de partos.

Maia et al. (2003), visando proporcionar subsídio para escolha do melhor padrão morfológico a ser utilizado em programas de melhoramento genético, com finalidade de aumentar a adaptação e a capacidade produtiva de vacas holandesas fez um estudo genético das características de pelame e observou que os fatores genéticos que causam aumento no comprimento, na espessura, no número de pelos e na densidade foram os mesmos, sugerindo que a seleção para a diminuição de uma dessas características influenciaria nas demais, o que é favorável na seleção direcionada a uma característica que refletirá em melhoria das demais para ambiente semiárido.

Dentre as maiores dificuldades de selecionar animais de raças nativas para características adaptativas e ao mesmo tempo com boa produtividade, destacam-se as

escassas informações sobre as estimativas dos parâmetros genéticos dessas características, além de baixo efetivo dos rebanhos naturalizados. Assim, uma alternativa consiste na utilização de marcadores genéticos como ferramenta para maior precisão na seleção.

A caracterização genética de animais, através de marcadores moleculares é uma ferramenta muito útil, pois permite estudar diretamente o material genético das espécies (YANG et al., 1999). Não existe um vasto número de registros substanciais a respeito de marcadores moleculares que indicam resistência ao calor. Atualmente alguns trabalhos vêm sendo conduzidos com a Heat Shock Protein (HSP – 70), por exemplo, em animais de interesse pecuário, entretanto, quase nenhum estudo foi realizado neste sentido com ovinos, o que poderá ser indicado como um vasto campo de investigações futuras.

REFERÊNCIAS

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Características do pelame de cabras Saanen e Pardo Alpina criadas em ambiente tropical. *Archivos de Zootecnia*, v. 59, p. 609-612, 2010.

ARAÚJO FILHO, J.T; COSTA, R.G; FRAGA, A.B; SOUZA, W.H; CEZAR, M.F; BATISTA, A.S.M. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, p.363-371, 2010.

ARCO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS. Disponível em: <http://www.arcoovinos.com.br/racas_links/morada_nova%20.html>. Acesso em: 05 de julho de 2011.

BACCARI JUNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: *BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS, Anais...* Botucatu: UNESP, 1985. p. 9-17.

BACCARI JUNIOR, F. Manejo ambiental para a produção de leite nos trópicos. In: *CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, Anais...*, Jaboticabal : FUNEP, 1986. p. 45-53.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997. 246p.

BRANKS, E. Behavior research to answer questions about animal welfare. *Journal of Animal Science*, v. 54, n. 2, p. 434-455, 1982.

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 sudção em vacas da raça Braford. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. *Livestock production Science*, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 57- 69, 1978.

BRASIL, L. H. A., WECHESLER, F. S., BACCARI JUNIOR, F., et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.1632-1641, 2000.

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

BUENO, R.S.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. et al. Genetic parameters of growth and adaptative traits in a composite beef cattle population (Bos Taurus x Bos indicus). In: *WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION*, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: 2006. CD-ROM.

- CENA, K.; MONTHEITH, J. L. Transfer processes in animal coats. Radiative transfer. **Proceedings of Royal Society of London**, v. 188, n. 2, p. 377-393, 1975.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 709-715, Apr.1999.
- EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M. Programa Brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, p. 39-52, 2002.
- 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.
- 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-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, n. 3, p. 538-545, 2008.
- FIGUEIREDO, E. A. P. Morada Nova of Brazil. In: MASON, I. **Prolific tropical sheep**. Rome: FAO, 1980. p.53-58 (FAO Animal Production and Health Paper, 17).
- HANSEN, P. J. Embryonic mortality in cattle from the embryo's perspective. **Journal of Animal Science**. v. 80, p. 33-34, 2002.
- 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.
- HOFFMANN, I. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. **International Society for Animal Genetics**. v. 41, p. 32-46, 2010.
- HUBER, J. T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico**. In: Bovinocultura leiteira Piracicaba: FEALQ. p. 33-48. 1990.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Pecuária Municipal 2009**: efetivo dos rebanhos. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05 Jul. 2011.
- LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.
- 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.
- MOTA, F.S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: Edição do autor, 104p. 2001.

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.

McDONALD, L.E. **Veterinary endocrinology and reproduction**.3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger. p.173-174. 1980.

MORAIS, J. H. G.; FAÇANHA, D. A. F.; ANDRÉ JUNIOR, J.; SILVA, W. E.; SILVA, W. S. T.; SILVA, A. O. Variação do estoque térmico em ovinos Morada Nova ao longo do dia. In: VI Congresso Nordestina de Produção Animal, **Anais...** Mossoró: SNPA, 2010.

NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo:Editora Ícone, 1989. 183p.

NEBEL, R. L.; JOBOST, S. M.; DRANSFIELD, M. B. G. Use of radio frequency data communication system, Heatwatch, to describe behavioral estrus in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 80, p. 179-189, 1997.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

OLIVIER, J.J; MOYO, H.H; THORPER, W.; VALLE ZARATE, A; TRIVEDI, K. R. Integratin genetic improvement into livestock development in medium to low-imput production systems. In: **Proceeding of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. Montpellier, France. v. 33, p. 19-23, 2002.

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.

PEZZI, C.; ACCORSI,P.A.; GOVONI, N.; 5'Deiodinase activity and circulating Thyronines in lactating cows. **Journal of Dary Science**, v. 86, n.1, p. 152-158, 2003.

PRAYAGA, K.C.; BARENDSE, W.; BURROW, H.M. Genetics of tropical adaptation. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, Brasil. 2006.

PRAYAGA, K.C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 54, p. 1027-1038, 2003.

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

SANTOS, M. M.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; SILVA FILHO, F. P.; MODESTO, E. C.; LANA, A. M. Q. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. V. 33, n. 3, p. 287-294, 2011.

SARTORI, R.; SARTOR-BERGFELT, R. MERTENS, S. A. et al. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Animal Science**. V. 85, p. 2803-2812, 2002.

SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptive 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, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

SEVERINO, C. S. J.; FAÇANHA-MORAIS, D. A. E.; VASCONCELOS, A. M.; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região Semiárida. **Revista Científica Produção Animal**. V. 10, n. 2, p. 127-137, 2008.

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

SILVA, R. G. Improving tropical beef cattle by simultaneous selection for weigh and heat tolerance: heritabilities and correlations of the traits. **Journal of animal science**, v. 37, p. 637-642, 1973.

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.

SOUZA, B. B; SILVA, R. M. N; MARINHO, M. L; SILVA, G. A; SILVA, E. M. N; SOUZA, A. P. Parâmetros Fisiológicos e Índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. **Ciência Agropecuária**, v. 31, n. 3, p. 883-888, 2007.

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

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.

STARLING, J. M. C., SILVA, R. G., NEGÃO, J. A. Variação Estacional dos Hormônios Tireoideanos e do Cortisol em Ovinos em Ambiente Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos altas temperaturas ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1956-1961, 2003.

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

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PELAME DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PELAME DE OVINOS DA RAÇA MORADA NOVA

RESUMO: Realizou-se um estudo de caracterização de pelame em ovelhas da raça Morada Nova, avaliando-se espessura da capa (EP, cm), comprimento (CM, cm), diâmetro médio (D, cm) e número de pelos por unidade de área (DN, número de pelos por cm²). Para tanto foram utilizadas 633 ovelhas adultas, pertencentes a 28 rebanhos comerciais, inseridos na região semiárida, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí e Pernambuco. As medidas de espessura do pelame foram registradas na região do costado, utilizando-se um paquímetro. No mesmo local foram retiradas amostras de pelo, com o auxílio de um alicate adaptado, as quais foram submetidas às mensurações de comprimento médio, densidade e diâmetro médio, em laboratório. O ambiente térmico foi monitorado em cada propriedade estudada. Verificou-se efeito de rebanho dentro de período para as características analisadas, sendo os valores obtidos no período seco favoráveis à maior proteção da epiderme (EP = 4,75 mm; CM = 12,41 mm; D = 5,25µm e DN = 839,43 pelos/cm²) além de promover a transferência de calor interno para o ambiente. Comprovou-se que as ovelhas Morada Nova apresentam características fenotípicas de pelame que lhes conferem maior adaptação ao ambiente semiárido, o que justifica a inclusão dessa característica em programas de seleção da raça.

Palavras chave: adaptação, características de pelame, raças autóctones

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HAIR COAT OF MORADA NOVA EWES

ABSTRACT: A study of hair coat morphological characterization of Morada Nova ewes was conducted to evaluate coat thickness (E, cm), length (CM, cm), diameter (D, cm) and hair density (DN, hair/cm² of skin). For this aim were utilized 633 adults ewes, from 28 commercial herds in semiarid region, at Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí and Pernambuco states. The measures of coat thickness were obtained at flank area, with a caliper rule. In same local were taken samples of hair with an adapted plier, to measures hairs length, density and diameter. Thermal environment was monitored in all farms. It was observed effect of herd into the season for the characteristics analyzed, where the herds collected during the dry period had values that favored greater protection of the epidermis and promotes the transfer of internal heat to the environment (EP = 4,75 mm; CM = 12,41 mm; D = 5,25µm e DN = 839,43 hair/cm²). It was shown that Morada Nova sheeps exhibited phenotypic characteristics of hair coat that give them a greater adaptation to semi-arid environment, which justifies the inclusion of this traits in selection programs for this breed.

Keywords: adaptation, hair coat, native breed, tropical environment

1. INTRODUÇÃO

Durante o processo de colonização do Brasil pelos portugueses, houve uma grande importação de raças de animais domésticos provenientes da Península Ibérica, os quais, ao serem expostos às condições ambientais totalmente diferentes, desenvolveram ajustes adaptativos a fim de garantir a sua sobrevivência. Atualmente, percebem-se nesses animais algumas mudanças nos atributos morfofisiológicos referentes à tolerância ao calor, permitindo aos mesmos atingirem um bom desempenho nas diversas épocas do ano em ambientes de elevada temperatura ambiental.

Os ovinos da raça Morada Nova são animais nativos do Nordeste brasileiro, cujas informações acerca de sua origem relatam que são descendentes de carneiros Bordaleiros, os quais no processo de adaptação provavelmente perderam a lã, constituindo uma raça deslanada, fator importante para sua adaptação ao ambiente semiárido. Dentre as principais vantagens da raça citam-se a excelente habilidade materna, os elevados índices de fertilidade, com presença de estro em todas as épocas do ano, além da alta prolificidade, mesmo sob condições de estiagem, fatores que comprovam seu potencial para a produção de carne e justificam a sua utilização nos sistemas de produção inseridos no semiárido, onde os animais devem apresentar adaptação ao meio, além de eficiência reprodutiva e produtiva.

As características morfológicas da superfície corporal externa como: espessura da capa de pelame, número de pelos por unidade, diâmetro e comprimento médio dos pelos assim como a cor, afetam as trocas térmicas de calor sensível (convecção cutânea e radiação) e perdas de calor latente (evaporação cutânea) para o ambiente (MAIA et al. 2003; SILVA 1999). Maia et al. (2002) verificaram que a quantidade de radiação transmitida pela capa de pelame foi determinado diretamente pela combinação da estrutura física com a cor do pelame. Para Holmes (1981) animais com pelame mais espessos e densos apresentam maior dificuldade para eliminar calor latente via evaporação cutânea. Bertipaglia et al. (2008), ao investigarem os efeitos das características de pelame sobre o desempenho reprodutivo de vacas Braford, perceberam correlação alta e positiva (0,71) entre comprimento dos pelos e o intervalo entre partos, sugerindo que a seleção para pelos mais curtos resultará em menores intervalos de partos. Façanha et al. (2010), verificaram mudança das características de pelame em função da época do ano em vacas Holandesas, sendo que o pelame menos denso, com pelos mais curtos e assentados ocorreu na época

com maior radiação solar. Demonstrando que deve haver variação dessas características, com a finalidade de melhor proteger os animais.

Em geral, Silva (2008) recomenda que os animais mais adaptados ao ambiente tropical devem apresentar um pelame de cor clara com pelos curtos, grossos e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada. Essas características devem ser consideradas principalmente quando o sistema de criação é extensivo, o que predomina na exploração dos Morada Nova, que ficam expostos a radiação solar durante o dia todo ao longo do ano. Assim esses animais devem apresentar características de pelame que favoreça um menor isolamento térmico e maior resistência à radiação solar.

Apesar das reconhecidas vantagem na criação dos ovinos Morada Nova, como excelente qualidade de carcaça, couro, eficiência reprodutiva e elevada rusticidade, poucos estudos tem sido realizados para conhecer seus parâmetros adaptativos, sendo de extrema importância já que é uma raça que consegue manter seus índices reprodutivos e produtivos, em condições ambientais que pode representar um fator limitante para animais de raças exóticas. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi caracterizar as características de pelame e observar sua variação em função das diferentes condições ambientais do nordeste brasileiro em ovinos da raça Morada Nova.

2. OBJETIVOS

Caracterizar os aspectos morfológicos de pelame de ovinos da raça Morada Nova associados às trocas térmicas, quais sejam espessura de pelame, densidade numérica, diâmetro e comprimento médio dos pelos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO

O trabalho foi conduzido em propriedades cadastradas pela Associação Brasileira dos Criadores de Ovinos Morada Nova (ABMOVA) do Nordeste brasileiro. Foram registrados dados em 11 rebanhos no estado Ceará, sete no Rio Grande do Norte, sete na Paraíba, uma no Piauí e duas em Pernambuco, totalizando cerca de 90% dos rebanhos existentes no Brasil. As coletas foram realizadas em diferentes rebanhos no período seco e chuvoso do ano, de forma que houve somente uma coleta por rebanho, sempre no turno da manhã. O clima predominante em todas as propriedades é o BSW segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de duas estações ao longo do ano: período chuvoso, entre janeiro e maio e período seco, geralmente entre junho e dezembro (VAREJÃO & SILVA, 2001). Considerando a baixa latitude das regiões avaliadas, observam-se amplitudes anuais de temperatura e fotoperíodo bastante pequenas, havendo variações substanciais apenas para a precipitação pluviométrica e umidade do ar.

Em todas as propriedades estudadas o sistema de produção adotado era o extensivo, com a alimentação baseada em pastagem nativa (Caatinga) e mineralização, havendo suplementação com concentrado em algumas propriedades, sobretudo na época seca.

3.2 ANIMAIS

Foram coletadas informações em 278 matrizes no estado do Ceará, 125 no estado do Rio Grande do Norte, 165 na Paraíba, cinco no Piauí e 40 em Pernambuco, totalizando 613 animais. Em cada rebanho foram realizadas coletas somente em vinte matrizes, o que poderia variar de acordo com a disponibilidade de animais das propriedades. Foram utilizadas somente fêmeas em idade reprodutiva, pertencentes às propriedades integrantes dos Núcleos de Melhoramento Genético da Raça. A idade dos animais foi estimada através da cronologia dentária (PUGH, 2002) sendo classificados da seguinte forma: primeira muda se refere aos animais de 12 a 18 meses, segunda muda aos de 24 a 35 meses, terceira muda aos de 36 a 45 meses e boca cheia acima de 48 meses.

3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

3.3.1 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar

Foram instalados em cada propriedade um termohigrometro e um globo negro, no mesmo ambiente ocupado pelos animais, cujas leituras de temperaturas e umidade eram registradas no mesmo momento da tomada dos dados morfológico, fazendo com que para cada animal houvesse uma leitura de variáveis meteorológicas correspondente.

Com esses dados foram estimados os índices de conforto ambiental, a saber, Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR), de acordo com Silva 2008.

$$ITGU = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Onde:

T_g = temperatura do termômetro de globo, °C

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C

41,5 = constante

(1)

$$CTR = 1,053 hc (T_g - T_a) + \delta T_g^4, \quad W/m^2$$

Onde:

hc = coeficiente de convecção do globo negro, $W / m^2/k$

T_g = Temperatura do termômetro de globo, °K

T_a = Temperatura do ar, °K

δ = Constante de Stephan-Boltzman ($5,6697 \times 10^{-8} W/m^2/k^4$)

(2)

3.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME

3.4.1 Espessura da Capa de Pelame e Amostragem dos Pelos

A espessura da capa de pelame foi determinada “*in situ*”, na região do costado, aproximadamente 20 cm abaixo da coluna vertebral, usando-se um paquímetro, graduado em milímetros, 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 foi realizada a leitura. 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, provido de uma barra metálica que ao ser acoplada entre as pernas do alicate promovia uma abertura com área conhecida. Essas amostras foram identificadas e acondicionadas em envelopes plásticos para a determinação das características morfológicas do pelame descritas a seguir, (FAÇANHA et al. 2010).

3.4.2 Comprimento médio dos pelos

Para estimar o comprimento médio dos pelos foi utilizado um paquímetro digital (Figura 1A), no 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.

3.4.3 Diâmetro Médio dos Pelos

Para a medida do diâmetro médio dos pelos foi utilizado um micrômetro digital (Figura 1B), com o qual foram medidos os mesmos pelos do comprimento médio. Posteriormente foi calculada a média aritmética do diâmetro desses pelos, segundo o procedimento recomendado por Maia et al. (2003).



(A)



(B)

Figura 1. Paquímetro (A) e Micrômetro (B) utilizados nas medidas de comprimento e diâmetro dos pelos

3.4.4 Densidade numérica do pelame

A densidade numérica do pelame foi estimada pela contagem do número de pelos retirados na área de amostragem (Figura 2B), correspondente a $0,14 \text{ cm}^2$ de pele do animal (área de abertura promovida no bico do alicate). Posteriormente foi feita a conversão para estimar o número de pelos por $1,0 \text{ cm}^2$ de pele.



(A)



(B)

Figura 2. Amostragem do Pelame (A), mensuração e contagem de pelos (B)

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas análises de variância e teste de Tukey a 5 % de significância, além de estudos de correlação e regressão, por meio do programa estatístico SAS, versão 6.12 (SAS, 1998).

O modelo estatístico utilizado para as características de pelame foi:

$$Y_{ij} = \mu + P(R)_i + e_{ij} \quad (3)$$

Onde:

Y_{ij} = Média da espessura de pelame, densidade numérica, comprimento e diâmetro médio dos pelos no i -ésimo rebanho (1, 2,3 ...,28) dentro de período ($i= 1$ e 2);

μ = é a média geral de cada uma das variáveis;

$P(R)_i$ = efeito do rebanho (1, 2,3 ...,28) dentro de período ($i= 1$ e 2);

e_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os valores das variáveis ambientais correspondentes às médias registradas nos rebanhos nos dias que foram realizadas as coletas, percebe-se que o ambiente apresentou elevada Carga Térmica Radiante (CTR), da ordem de 598,8w/m² e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), em torno de 84,36, caracterizando, possivelmente, um ambiente estressante aos animais. Todas as médias do ITGU estão além dos referentes à condição de conforto térmico em torno de 74. No presente estudo os valores de ITGU estimados se encontravam próximos às condições de perigo e de alerta que variam de 79 a 84, segundo a *National Weather Service – USA*. No entanto o ITGU

corresponde a um índice desenvolvido para vacas leiteiras em região de clima temperado e, apesar de ser amplamente utilizados nos trabalhos de conforto térmico, pode não refletir a precisão necessária quando se trata de animais que evoluíram em ambiente semiárido, sendo necessário confrontar esses valores com as reações de animais adaptados ao clima quente, na tentativa de estabelecer as amplitudes aplicáveis aos animais nativos do Semiárido.

Andrade (2006) ao avaliar diferentes ambientes nos quais os animais foram expostos, verificou que ITGU com valor de 85,1 não deve ser classificado como perigoso para cordeiros da raça Santa Inês, visto que estes não variaram as respostas fisiológicas e os animais apresentaram ganho de peso satisfatório. O autor atribuiu essas respostas ao elevado grau de adaptação dos animais, e considerou a utilização de valores de ITGU preconizados para bovinos em ambiente temperado, não adequada para os ovinos em questão.

A temperatura do ar foi elevada em quase todas as propriedades, superando a temperatura crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, de acordo com Yousef, 1985. A carga térmica radiante (CTR) está intimamente ligada às trocas térmicas por radiação entre o animal e o ambiente (SILVA, 2008). Em ambientes tropicais essa radiação deve ser a mínima possível para não se tornar um aporte de energia adicional para o animal, assim neste trabalho foram obtidos valores altos em todas as propriedades coletadas, evidenciando a necessidade de proteção dos animais.

Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão para variáveis meteorológicas e índice de conforto térmico nos diferentes ambientes coletadas

| Rebanho | Tar (°C) | UR (%) | ITGU | CTR (W/m ²) |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| Ceará | 36,12 \pm 3,99 | 32, \pm 12,52 | 91,39 \pm 4,76 | 677,9 \pm 102,54 |
| Rio Grande do Norte | 30,8 \pm 2,96 | 63, \pm 11,25 | 81,6 \pm 7,78 | 546,2 \pm 116,32 |
| Paraíba | 29,98 \pm 2,27 | 46, \pm 7,96 | 82,52 \pm 6,15 | 585,67 \pm 91,34 |
| Piauí | 36,96 \pm 0,26 | 31, \pm 1,14 | 102,38 \pm 0,67 | 859,39 \pm 11,33 |
| Pernambuco | 31,67 \pm 2,19 | 31, \pm 10,13 | 85,54 \pm 3,69 | 633,48 \pm 63,48 |
| Média Geral | 32,09 \pm 0,81 | 49,42 \pm 0,88 | 84,36 \pm 0,79 | 598,8 \pm 11,9 |

Tar- temperatura do ar; UR- Umidade relativa do ar; ITGU- Índice de Temperatura Globo e Umidade; CTR- Carga Térmica Radiante

Contudo, considerando-se que o sistema de criação predominante dos ovinos Morada Nova nos rebanhos estudados era o extensivo, no qual os animais passavam o dia pastejando expostos à altos níveis de radiação, fica evidente a necessidade de selecionar animais para essas condições ambientais, portadores de características de pelame que além de proteger a epiderme contra os raios solares também favoreça a dissipação do excesso de calor corporal.

Na tabela 2 verifica-se que os valores médios de espessura de pelame (4,7mm), diâmetro médio dos pelos (5,4 μ m) e comprimento (12,3mm) foram inferiores aos valores registradas por Ligeiro et al, (2006) em caprinos, e comparando-se a densidade numérica (987,1pelos/cm²) a média foi superior (5,8mm, 8 μ m, 28,4mm e 527pelos/cm² respectivamente), Maia et al. (2003) em vacas Holandesas apresentaram valores de 2,35mm de espessura, 12,05mm de comprimento, 6,36 μ m de diâmetro e número de pelos de 932 pelos/cm².

Tabela 2. Média \pm desvio padrão, máxima e mínima das características de pelame de ovino Morada Nova

| Características | n | Média Geral | Mínima | Máxima |
|--|-----|--------------------|--------|--------|
| Espessura da capa (mm) | 613 | 4,7 \pm 0,08 | 2,5 | 7,5 |
| Comprimento médio (mm) | 613 | 12,3 \pm 0,23 | 6,1 | 23,0 |
| Densidade numérica (pelos/cm ²) | 613 | 987,1 \pm 443,61 | 257,1 | 2779,0 |
| Diâmetro médio (μ m) | 613 | 5,40 \pm 0,11 | 3,00 | 9,71 |

A densidade numérica registrada no presente trabalho foi 987,1 pelos/cm², essa característica assume um papel importante, sobretudo, em se tratando de animais com epiderme despigmentada, pois promove a proteção da epiderme contra a radiação (SILVA, 2008), no caso de animais pigmentados como os avaliados no presente estudo, o número de pelos por unidade de área pode ser menor, já que esses animais possuem a melanina como forma de proteção, assim a menor densidade pode contribuir diretamente para maior perda

de energia térmica, pois há maior facilidade do vento penetrar na capa, removendo o ar aprisionado entre os pelos o que favorece a transferência térmica (MAIA et al., 2003).

O menor comprimento dos pelos pode ser considerado, sem dúvida, uma resposta adaptativa as condições ambientais, pois este aspecto facilita tanto a termólise convectiva como à evaporativa na superfície cutânea. O diâmetro dos pelos também representa uma característica que favorece a perda de calor, uma vez que a condutividade dos pelos é maior que a do ar; portanto, quanto maior o diâmetro da fibra maior será a condução térmica através dos pelos (SILVA, 2008).

Pode-se observar que os ovinos apresentaram em geral, pelame denso, pouco espesso, curtos e grossos, provavelmente características que assumiram com o intuito de facilitar a perda de calor, por oferecem menor resistência à termólise por convecção e evaporação que ocorre na superfície cutânea, podendo ser um indicativo de maior adaptação desses animais ao ambiente tropical. Esses resultados podem ser de considerável importância, principalmente para animais nativos da região Nordeste como os ovinos Morada Nova, que são originário de raças europeias, sendo que ao longo dos anos esses animais necessitaram perder a lã como forma de adaptação. O presente trabalho sugere que os animais desenvolveram características de pelame que favoreceram a tolerância ao ambiente semiárido. Desse modo, Aiura et al. (2010) citam, que as características morfológicas de pelame podem indicar a condição de aclimatação ou adaptação dos animais ao meio em que vivem.

Mesmo verificando-se diferenças significativas de rebanho dentro de período (Tabela 3) pode ser percebida pouca variação dos rebanhos (Tabela 4), principalmente se considerarmos a espessura de pelame e comprimento dos pelos, a densidade numérica e o diâmetro médio foram as características que apresentaram maior variação dentro dos rebanhos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para espessura de pelame (EP; mm), comprimento médio dos pelos (CM; mm), densidade numérica (DN; pelos/cm²) e diâmetro médio (D; µm) de ovelhas Morada Nova

| Fontes de variação | Grau de Liberdade | | | | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|-------------------|----|----|----|------------------|--------|--------|----------|
| | EP | CM | D | DN | EP | CM | D | DN |
| P (R) | 27 | 27 | 27 | 27 | 0,7* | 2,07** | 0,78** | 346,13** |
| Média geral | | | | | 4,76 | 12,36 | 5,4 | 987,15 |
| CV (%) | | | | | 13,62 | 16,64 | 14,48 | 35,06 |
| R ² | | | | | 0,44 | 0,27 | 0,48 | 0,41 |

** (P<0,01); * (P<0,05); ^{ns} Não Significativo (P>0,05). P (R) é o efeito de rebanho dentro de período

Tabela 4. Médias ± desvio padrão das características morfológicas de ovino Morada Nova durante o período chuvoso

| Rebanho | Espessura de pelame (mm) | Comprimento médio (mm) | Densidade numérica (pelos/cm ²) | Diâmetro médio (µm) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Ceará | | | | |
| 1 | 4,87±0,67 ^a | 12,73±2,29 ^a | 1409,82±458,13 ^{ab} | 5,90±6,07 ^{ab} |
| 2 | 5,37±0,64 ^a | 12,66±1,52 ^a | 1588,33±459,04 ^a | 6,07±6,65 ^{ab} |
| 3 | 5,31±0,51 ^a | 12,11±2,42 ^a | 1095±400,68 ^{bc} | 6,14±5,56 ^{abc} |
| 4 | 4,69±0,74 ^b | 11,10±2,50 ^a | 829,04±315,08 ^{cd} | 5,29±9,17 ^b |
| 5 | 4,72±0,47 ^a | 12,92±2,58 ^a | 1123,46±491,11 ^{bc} | 6,27±5,18 ^a |
| 6 | 4,82±0,36 ^a | 12,13±1,61 ^a | 641,66±187,79 ^d | 4,26±8,15 ^{de} |
| 7 | 5,00±0,36 ^a | 14,00±0,95 ^a | 957,14±278,29 ^{bc} | 5,84±6,02 ^{abc} |
| 8 | 4,47±0,46 ^b | 11,03±1,76 ^{ab} | 795,35±235,92 ^{cd} | 5,31±16,33 ^{bc} |
| Rio Grande do Norte | | | | |
| 1 | 2,66±0,14 ^c | 8,28±1,61 ^c | 500±117,18 ^d | 3,74±4,74 ^e |
| Piauí | | | | |
| 1 | 5,08±0,26 ^a | 12,02±1,80 ^{ab} | 734,28±250,93 ^{cd} | 4,26±2,85 ^{cde} |
| Média | 4,7±0,65 | 11,89±2,05 | 967,41±345,13 | 5,3±7,84 |
| Geral | | | | |

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Através da Figura 3, verifica-se maior ocorrência de pelos com espessura por volta de 4,75 - 5,25mm, diâmetro de 5,75 a 6,25 μm , comprimento de 11,5 a 13,75mm e densidade de 625 a 1125 pelos/cm². Essas características são importantes e certificam a adaptação desses animais ao ambiente quente. Chama a atenção o rebanho do estado do Rio Grande do Norte (Tabela 4) por apresentar as médias significativamente mais diferentes, constituído por animais com menor densidade numérica, espessura de pelame, comprimento e diâmetro médio, favorecendo sua adaptação ao ambiente. Os rebanhos do Ceará foram mais homogêneos, deve-se considerar que os maiores efetivos da raça encontram-se nesse estado onde possivelmente há maiores cruzamentos ocorrendo entre eles, fixando-se desta forma, as características morfológicas de pelame, a fim de melhor se adaptarem ao ambiente.

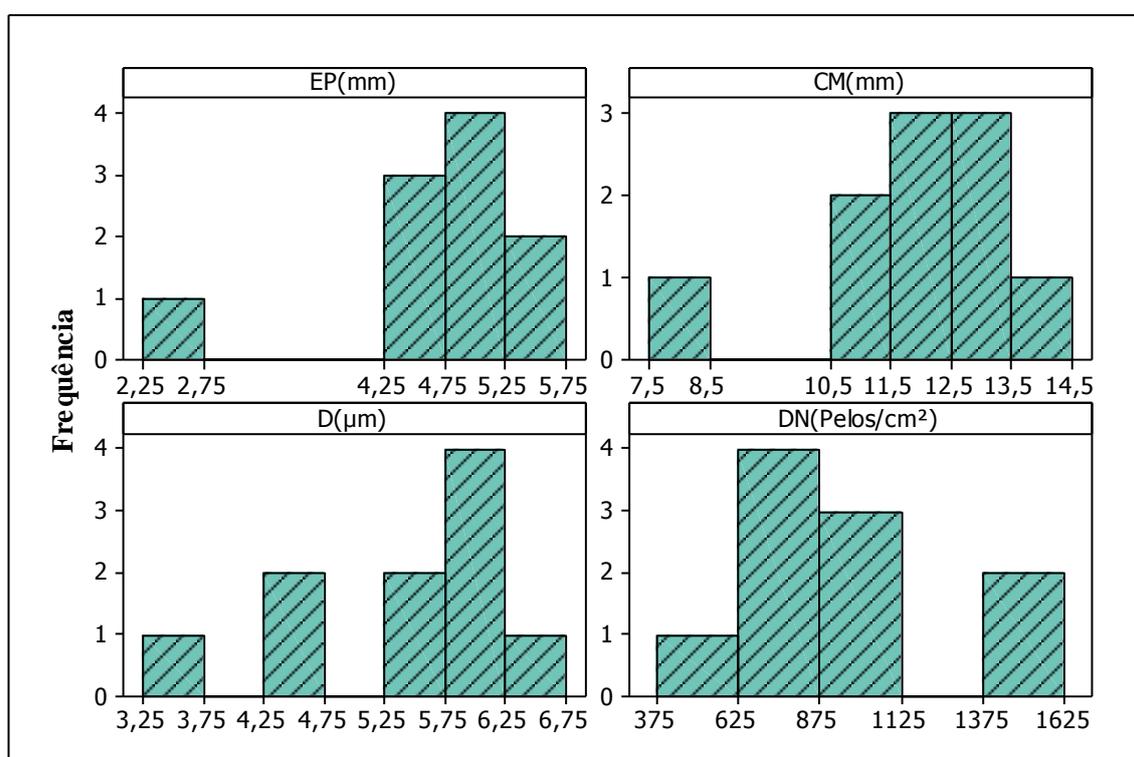


Figura 3. Frequência dos valores de espessura de pelame (EP), comprimento (CM) e diâmetro (D) médio e densidade numérica de ovinos Morada Nova no período chuvoso

Na Tabela 5 encontram-se os valores das características de pelame de diferentes rebanhos durante o período seco do ano, onde pode se constatar que a densidade numérica foi menor nos rebanhos avaliados durante o período seco (839,43 pelos/cm²). Esses resultados reforçam a hipótese de que a menor densidade de pelos pode promover as maiores trocas convectivas e evaporativas, já que no período seco as condições ambientais são mais severas e possivelmente os animais apresentam uma maior necessidade de dissipação de calor nessa época.

Não houve grande variação dos valores de espessura de pelame, comprimento e diâmetros nos rebanhos analisadas, provavelmente porque os animais estudados já tenham assumido um padrão racial estabelecido pelos critérios de seleção da raça, apresentando às características fenotípicas exteriores mais homogêneo.

Tabela 5. Médias \pm desvio padrão das características morfológicas de ovinos Morada Nova durante o período seco

| Rebanho | Espessura de pelame (mm) | Comprimento médio (mm) | Densidade numérica (pelos/cm ²) | Diâmetro médio (μ m) |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| Ceará | | | | |
| 1 | 5,10 \pm 0,63 ^b | 11,14 \pm 1,40 ^{bc} | 1255,23 \pm 349,68 ^a | 5,62 \pm 5,67 ^{bc} |
| 2 | 4,76 \pm 0,91 ^{bc} | 13,05 \pm 2,08 ^{ab} | 1341,90 \pm 379,27 ^a | 4,59 \pm 5,25 ^{cd} |
| 3 | 4,76 \pm 0,64 ^{bc} | 10,65 \pm 1,87 ^c | 972,22 \pm 261,75 ^b | 4,94 \pm 6,05 ^{cd} |
| Rio Grande do Norte | | | | |
| 1 | 4,90 \pm 0,58 ^{bc} | 13,42 \pm 2,23 ^{ab} | 749,10 \pm 284,87 ^{cd} | 5,36 \pm 5,33 ^{bc} |
| 2 | 5,20 \pm 0,95 ^b | 12,57 \pm 2,55 ^{abc} | 994,64 \pm 499,66 ^{ab} | 5,24 \pm 7,55 ^{bc} |
| 3 | 4,96 \pm 0,97 ^{bc} | 13,50 \pm 3,18 ^{ab} | 768,36 \pm 166,82 ^{bcd} | 5,00 \pm 7,55 ^{cd} |
| 4 | 4,90 \pm 0,68 ^{bc} | 12,67 \pm 1,55 ^{abc} | 901,07 \pm 341,43 ^{bc} | 5,45 \pm 7,52 ^{bc} |
| 5 | 5,26 \pm 0,91 ^b | 12,53 \pm 2,52 ^{abc} | 962,28 \pm 360,78 ^{bc} | 4,87 \pm 7,65 ^{cd} |
| 6 | 4,30 \pm 0,37 ^{cd} | 12,35 \pm 1,73 ^{abc} | 809,99 \pm 319,29 ^{bcd} | 5,72 \pm 10,61 ^b |
| Paraíba | | | | |
| 1 | 4,36 \pm 0,29 ^{cd} | 12,66 \pm 1,93 ^{abc} | 692,85 \pm 179,99 ^{bcd} | 4,89 \pm 3,42 ^{cd} |
| 2 | 4,68 \pm 0,71 ^{bc} | 14,24 \pm 2,2 ^{6a} | 137,91 \pm 437,25 ^{ab} | 7,09 \pm 10,99 ^a |
| 3 | 3,94 \pm 0,32 ^{de} | 12,49 \pm 1,41 ^{abc} | 819,84 \pm 273,72 ^{cd} | 6,17 \pm 7,63 ^b |
| 4 | 4,28 \pm 0,42 ^{cd} | 14,62 \pm 2,33 ^a | 1139,56 \pm 421,64 ^{ab} | 4,74 \pm 4,68 ^{cd} |
| 5 | 3,31 \pm 0,35 ^e | 12,20 \pm 2,01 ^{abc} | 945,71 \pm 396,91 ^{bc} | 4,86 \pm 12,33 ^{cd} |
| 6 | 4,68 \pm 0,64 ^{bc} | 11,82 \pm 2,18 ^{bc} | 622,93 \pm 217,79 ^{cd} | 5,05 \pm 6,27 ^{cd} |
| 7 | 4,75 \pm 0,85 ^{bc} | 10,86 \pm 1,44 ^{bc} | 450,89 \pm 91,80 ^d | 4,99 \pm 3,88 ^{cd} |
| Pernambuco | | | | |
| 1 | 4,95 \pm 0,67 ^{bc} | 11,40 \pm 2,12 ^{bc} | 578,21 \pm 154,09 ^{bcd} | 4,82 \pm 9,16 ^{cd} |
| 2 | 6,05 \pm 0,64 ^a | 11,22 \pm 1,99 ^{bc} | 971,84 \pm 294,82 ^{abc} | 4,99 \pm 6,63 ^{cd} |
| Média | 4,73 \pm 0,65 | 12,41 \pm 2,05 | 839,43 \pm 345,13 | 5,25 \pm 7,84 |
| Geral | | | | |

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

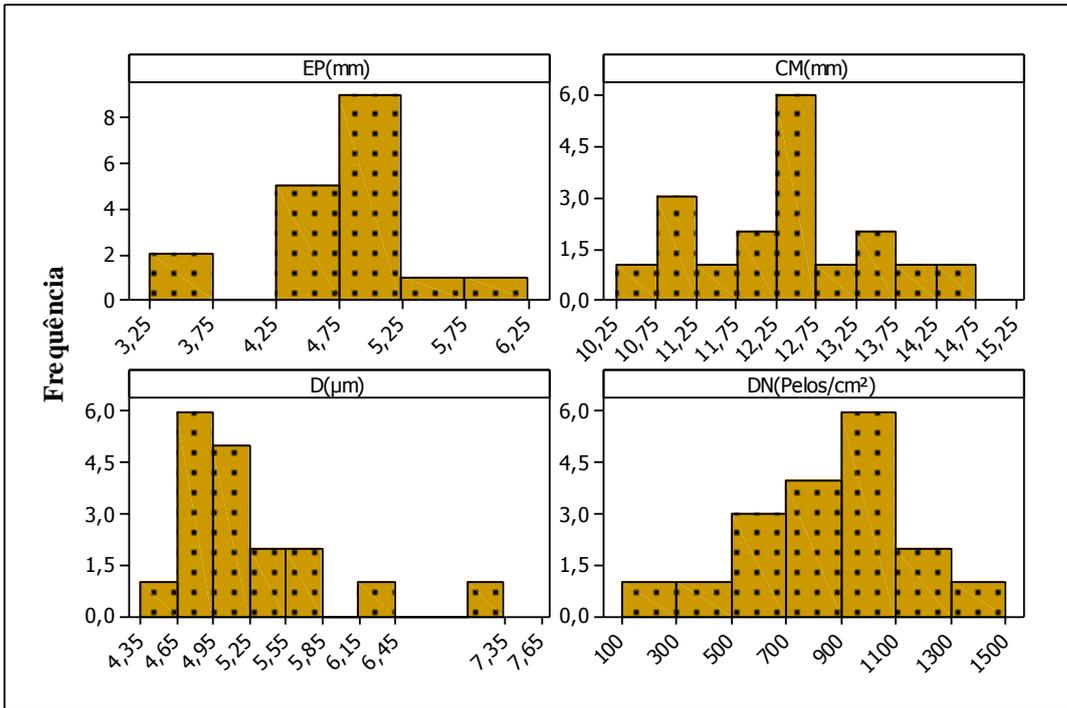


Figura 4. Frequência dos valores de espessura de pelame (EP), comprimento (CM) e diâmetro (D) médio e densidade numérica de ovinos Morada Nova no período seco

Analisando os coeficientes de correlação (Tabela 6), verifica-se que as características de pelame apresentaram correlações significativas entre si, esse resultado pode favorecer o melhoramento genético através da seleção. Destaca-se a correlação positiva e altamente significativa entre espessura do pelame, comprimento médio e densidade numérica, com isso, a seleção de animais com fibras mais curta pode resultar em menor espessura e densidade numérica, confirmando a possibilidade de se fazer seleção utilizando características de pelame, na direção que favoreça a menor resistência à perda de calor e maior transmissão através pela capa.

Tabela 6. Coeficiente de correlação da espessura de pelame (EP), comprimento médio (CM), densidade numérica (DN) e diâmetro médio (D) e das variáveis ambientais Carga térmica radiante (CTR) e Índice de Temperatura Globo e Umidade (ITGU)

| | EP(mm) | CM(mm) | DN(pelos/cm ²) | D(μm) | CTR(W/m ²) | ITGU |
|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|-------|------------------------|------|
| EP(mm) | - | | | | | |
| CM(mm) | 0,26** | - | | | | |
| DN(pelos/cm ²) | 0,20** | 0,27** | - | | | |
| D(μm) | 0,06 ^{ns} | 0,22** | 0,25** | - | | |
| CTR(W/m ²) | 0,22** | 0,04 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 0,13* | - | |
| ITGU | 0,24** | 0,02 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,14* | 0,95** | - |

** significativo (P<0,01); * significativo (P<0,05); ^{ns} não significativo

As correlações existentes entre a espessura de pelame com a carga térmica radiante (CTR) e o índice de temperatura globo e umidade (ITGU) foram positivas e significativas, indicando que nas condições mais severas os animais necessitaram de maior proteção da epiderme, visto que a maior radiação ultravioleta pode ser absorvida pela superfície dos animais favorecendo a ocorrência de eritemas, queimaduras e neoplasias (FAÇANHA et al., 2010).

A Figura 5 demonstra a variação da espessura de pelame em função da densidade numérica e do comprimento médio (Figura 6), onde se percebe que houve uma relação positiva e significativa entre os mesmos, sugerindo que ao serem selecionados animais com menor espessura de pelame favorece o aparecimento de menor densidade numérica e comprimento da capa. Esses resultados reforçam a ênfase da adoção de características de pelame como indicadores de adaptabilidade uma vez que as características provavelmente são herdadas de forma conjunta.

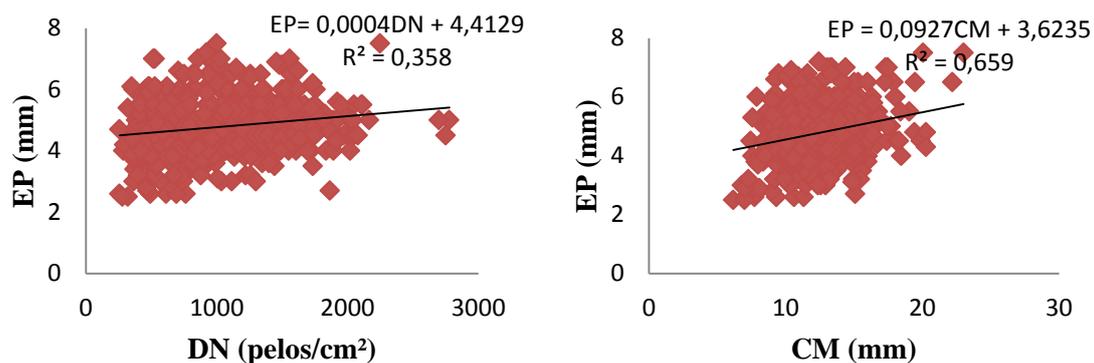


Figura 5. Variação da espessura de pelame em função da densidade numérica e comprimento médio dos pelos de ovinos Morada Nova

4. CONCLUSÃO

Os animais da raça Morada Nova apresentaram características de pelame que favoreceram a sua adaptação ao ambiente com elevados níveis de radiação, como menor espessura de pelame, densidade numérica e comprimento médio. Percebe-se ainda que houve uma homogeneidade dessas características nos diferentes rebanhos, indicando que a raça fixou suas características fenotípicas de interesse para a adaptação.

REFERÊNCIAS

AIURA, A.L.O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Características do pelame de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 609-612, 1010.

ANDRADE, I. S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semi-árido paraibano**. 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia Sistemas Agrossivipastoris) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; FRIES, L. A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudção em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 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, n. 4, p. 837-844, 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. **Animal Production**, v. 32, p. 225-226, 1981.

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

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Genetic and environmental variation of the effective radiative properties of the coat in Holmes cattle. In: **WORLD CONGRESS OF THE GENETIC APLLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION. Proceedings...** Montpellier: 2002.

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.; SOUZA JUNIOR, J. B. F.; SILVA, R. B.; DOMINGOS, H. G. T. Effective termal conductivity of hair coato f holstein cows in a tropical environment **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2218-2223, 2009.

PUGH, D.G. **Sheep and goat medicine**. Philadelphia: Elsevier, 2002. 468p.

SAS Institute. 1998. **SAS/STAT. User's Guide: Statistics**. Ver. 6,.12. 4th ed. Cary. 842pp.

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. **Biofísica Ambiental: os animais e seu ambiente**. São Paulo: FUNEP, 391p. 2008.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, 2001.

532 p.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock. Ungulates**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. v.2, p. 151-174.

CAPÍTULO III

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E HOMEOSTÁTICA DE OVINOS MORADA NOVA

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E HOMEOSTÁTICA DE OVINOS

MORADA NOVA

RESUMO: Este trabalho foi conduzido com o objetivo de caracterizar o perfil adaptativo dos ovinos Morada Nova criados em ambiente semiárido, através da avaliação das respostas termorreguladoras, secreção dos hormônios tireoideanos, perfil hematológico e bioquímica sérica. Para tanto, foram avaliados rebanhos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí e Pernambuco, totalizando 633 animais, os quais foram coletada uma amostra de 5ml de sangue com anticoagulante para estimação de perfil hematológico, sendo possível determinar a contagem de eritrócitos, hematócrito e calculado o volume corpuscular médio, uma segunda amostra sem anticoagulante foi retirada para obtenção do soro sanguíneo, de onde foram obtidas as concentrações séricas dos hormônios tireoideanos tiroxina total (T_4) e triiodotironina (T_3) e os parâmetros bioquímicos como glicose, colesterol, triglicerídeos, uréia, creatinina, proteína total, albumina, globulina, aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), além da observação dos parâmetros fisiológicos como temperatura retal e frequência respiratória. O ambiente térmico foi monitorado em cada propriedade estudada. Verificou-se efeito de rebanho para todas as variáveis avaliadas, onde cada ambiente no qual esses animais encontravam-se apresentou variação nesses parâmetros. Houve correlação positiva entre os hormônios T_3 e T_4 com condição de escore corporal e negativa entre T_3 e CTR e ITGU, mostrando que nas condições de maior estresse térmico os níveis séricos desse hormônio diminuíram como uma forma eficiente para manter a homeotermia. A média dos valores bioquímicos se encontraram todos dentro da normalidade para a espécie. Pode-se concluir que os ovinos Morada Nova apresentam elevada adaptabilidade ao ambiente Semiárido, visto que mesmos em condições ambientais estressantes como elevada CTR, não houve alteração dos seus parâmetros bioquímicos, hematológico e fisiológico sobretudo dos hormônios calorigênicos.

Palavras-chave: adaptação, bioquímica sérica, hormônio tireoideanos, perfil hematológico, raça nativa, valores de referência

Physiological and Homeostatic characterization of Morada Nova sheep

ABSTRACT: This work was conducted in order to characterize the profile of adaptive Morada Nova sheep raised in semi-arid environment, by evaluating the thermoregulatory responses, secretion of thyroid hormones, serum biochemistry and hematological profile. We assessed herds in the states of Ceara, Rio Grande do Norte, Paraiba, Piaui and Pernambuco, totaling 633 animals, which were collected a sample of 5 ml of blood with anticoagulant for estimation of blood profile, and can determine the number erythrocytes, hematocrit, and calculated the mean corpuscular volume, a second sample was taken without anticoagulant to obtain serum, which were obtained from serum concentrations of total thyroid hormones thyroxine (T_4) and triiodothyronine (T_3) and biochemical parameters such as glucose, cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, total protein, albumin, globulin, aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT), and the observation of physiological parameters such as rectal temperature and respiratory rate. The thermal environment was monitored at each property studied. It is the herd effect for all variables, where each environment in which these animals were to cause variation was to determine the parameters. There was a positive correlation between T_3 and T_4 with body condition score and a negative correlation between RTL, BGHI and T_3 , showing that the conditions of heat stress decreased serum levels of this hormone as an adaptive form of animals. The average biochemical values were all within normal limits for the species. It can be concluded that the Morada Nova sheep show high adaptability to the Semi-arid environment, since even in stressful environmental conditions such as high RTL did not change its biochemical, physiological and hematological profile.

Keywords: adaptation, biochemical, hematological profile, native breed, thyroid hormones, reference values

1. INTRODUÇÃO

Existe atualmente um grande interesse nas questões referentes à adaptação dos animais de produção à região tropical, principalmente considerando-se os aspectos relativos às mudanças climáticas que ocorrem atualmente, com a elevação da temperatura ambiental no mundo, que pode representar um fator limitante no desempenho animal. Desta forma, não se pode deixar de considerar a relação entre o meio ambiente e os animais, pois estes influenciam muitos aspectos do sucesso de um sistema de produção e, segundo Santos et al. (2006), a obtenção de bons índices produtivos, depende e muito da escolha de raças que sejam melhores adaptadas as condições climáticas de determinada região.

A manutenção da homeotermia em ambiente tropical para muitos animais exige um grande esforço como: acionamento dos mecanismos termorreguladores, diminuição da taxa metabólica, com o intuito de reduzir a produção de calor endógeno, Com isso, são verificadas alterações comportamentais, dentre as quais destacam-se a busca por sombra, diminuição no consumo de alimentos, aumento da ingestão de água. A soma dos efeitos ambientais sobre o desempenho dos animais pode em muitas ocasiões reduzir os índices produtivos em sistemas que utilizam raças exóticas, refletindo-se em perdas econômicas (MARAI et al. 2007).

A homeotermia é indicada pela temperatura interna, cujos valores considerados normais para a espécie ovina encontram-se em torno de 39,1°C, podendo variar de 38,3 a 39,9°C. No entanto, quando estes animais encontram condições ambientais fora da zona de termoneutralidade, que corresponde a temperatura ambiente de 4 a 30°C, ocorre o acionamento de alguns mecanismos com o intuito de manter a temperatura corporal constante (SWENSON & REECE 1998). Considerando-se que na região tropical, os valores de temperatura ambiental podem facilmente ultrapassar o limite crítico superior de 34°C (BAÊTA & SOUZA, 1997), nessas condições a soma do calor metabólico do animal mais o calor proveniente do ambiente geram uma condição de estresse térmico, que para manter a temperatura interna constante, há necessidade de acionamento dos mecanismos evaporativos como forma eficiente de dissipação do calor corporal.

Desta forma, diversos autores consideram a temperatura retal e a frequência respiratória como as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância ao calor (HEMSWORTH et al. 1995; BIANCA & KUNZ, 1978), porém, Starling et al. (2002) ao avaliarem ovinos utilizando somente essas variáveis fisiológicas, concluíram que esses parâmetros não são suficientes para determinar o grau de adaptação a elevadas temperaturas. Segundo o conceito de adaptação (BRIDI, 2001) percebe-se que essa é resultado da ação conjunta de diferentes fatores como alterações anatômicas, fisiológica, hormonal, bioquímica e comportamental.

Com a finalidade de ampliar a avaliação da adaptabilidade dos animais diversos pesquisadores passaram a considerar a variação da secreção de determinados hormônios ligados ao estresse, com destaque para a diminuição da atividade do eixo hipotálamo-hipófise-tireóide, uma vez que a glândula tireóide é sensível ao estresse térmico e seus hormônios elevam a taxa metabólica aumentando a produção de calor. Desta forma, diversos estudos indicam uma diminuição dos níveis de tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) em animais expostos a condições ambientais desfavoráveis (SEJIAN et al. 2010; PEREIRA et al. 2008; STARLING, et al. 2005; PEZZI et al. 2003).

Façanha-Morais et al. 2008, realizaram um estudo detalhado sobre o comportamento anual da secreção dos hormônios tireoideanos em vacas leiteiras expostas as condições de semiárido, tendo constatado diminuição das concentrações séricas em animais com maiores médias de frequência respiratória e temperatura retal, assim como em épocas do ano com maiores índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). Esses resultados confirmam que em condições ambientais mais estressantes houve diminuição da atividade tireoidiana, o que se justifica pela necessidade dos animais reduzirem o metabolismo global, produzindo assim menos calor endógeno.

Alterações dos parâmetros sanguíneos e bioquímicos podem ser observadas em animais expostos a condições de estresse térmico, onde segundo Lee et al. (1974), o hematócrito pode ser alterado por vários fatores como anemia, hemólise, estado de gestação além de condições de estresse térmico por longa duração. O aumento do hematócrito em situação de estresse térmico pode ser devido a maior solicitação física quando os animais acionam os mecanismos evaporativos, havendo assim perda de líquido. De acordo com Schmidt-Nielsen (2002), a função da hemoglobina consiste no transporte de oxigênio dos pulmões para os diferentes tecidos e durante o esforço físico a liberação do oxigênio se processa de forma mais rápida, contribuindo para a elevação na taxa de consumo de oxigênio e conseqüentemente aumento do valor da hemoglobina.

Sejian et al (2010), ao verificar alterações nos constituintes bioquímicos e hematológico de ovinos submetidos a estresse térmico e nutricional verificaram variação de todos parâmetros avaliados como: hemoglobina, VCM, glicose, proteína total, colesterol, ALT, cortisol, T₃ e T₄ e insulina. Esses resultados demonstraram a importância desses parâmetros como indicadores do estresse calórico nos animais, pois as respostas hematológicas e bioquímicas apresentadas indicaram possíveis falhas na manutenção da homeostasia do animal frente à condição climática imposta.

A utilização de raças autóctones é, sem sombra de dúvida, uma prática exitosa, adotada em países de pecuária avançada, os quais desenvolvem técnicas de criação utilizando recursos genéticos adaptados às condições locais, conseguindo-se incrementar a oferta de proteína de origem animal. Dentro desse contexto, a raça Morada Nova representa para o Brasil o grupo de animais que melhor desenvolveram ao longo dos anos características adaptativas que lhes permitem manter bons índices produtivos e reprodutivos tanto na época seca quanto na chuvosa, sobretudo nas condições de semiárido nordestino, o que os torna economicamente muito importantes para essa região. Vários estudos têm sido conduzidos visando à caracterização dos atributos morfofisiológicos que conferem a esses animais a superioridade adaptativa, a fim de que possam ser incluídos em programas de seleção que buscam melhorar a produtividade sem comprometer a rusticidade.

2. OBJETIVOS

Avaliar as respostas termorreguladoras, a variação da atividade tireoidiana, o perfil hematológico, além das concentrações séricas bioquímicas, em diversos sistemas de criação de ovinos da raça Morada Nova, em diferentes épocas do ano.

Objetivos Específicos

- Avaliar as respostas fisiológicas através da frequência respiratória e temperatura retal, de ovelhas Morada Nova em diferentes ambientes;
- Determinar as concentrações séricas dos hormônios tireoideanos Tiroxina total (T_4) e Triiodotironina (T_3) e sua variação em relação a diferentes idades e ambientes;
- Conhecer as concentrações séricas de glicose, colesterol, triglicérides, uréia, creatinina, proteínas totais, albumina, globulina e as atividades séricas de aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT) nas diferentes regiões de criação de ovinos da raça Morada Nova durante o período seco e chuvoso;
- Avaliar as variações do perfil bioquímico e hematológico em função da idade e condição de escore corporal de ovinos da raça Morada Nova.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO

O trabalho foi conduzido em propriedades cadastradas pela Associação Brasileira dos Criadores de Ovinos Morada Nova (ABMOVA) do Nordeste brasileiro. Foram registrados dados em 12 rebanhos no estado Ceará, sete no Rio Grande do Norte, sete na Paraíba, uma no Piauí e duas em Pernambuco, totalizando cerca de 90% dos rebanhos existentes no Brasil. As coletas foram realizadas em diferentes rebanhos no período seco e chuvoso do ano, de forma que houve somente uma coleta por rebanho, sempre no turno da manhã. O clima predominante em todas as propriedades é o BSW segundo a classificação de Köppen (VAREJÃO-SILVA, 2001) com ocorrência de duas estações ao longo do ano: período chuvoso, entre janeiro a maio e período seco, geralmente entre julho a dezembro. Considerando a baixa latitude das regiões coletadas, observam-se amplitudes anuais de temperatura e fotoperíodo bastante pequenas, havendo variações substanciais apenas na precipitação pluviométrica e na umidade do ar.

Em todas as propriedades estudadas o sistema de produção adotado era o extensivo, com a alimentação baseada em pastagem nativa (Caatinga) e mineralização, havendo suplementação com concentrado em algumas propriedades, sobretudo na época seca.

3.2 ANIMAIS

Foram coletadas informações em 298 matrizes no estado do Ceará e 125 no estado do Rio Grande do Norte, 165 na Paraíba, cinco no Piauí e 40 em Pernambuco, totalizando 633 animais. Em cada rebanho foram avaliados vinte matrizes, dependendo da disponibilidade. Os parâmetros bioquímicos foram avaliados em 115 ovelhas no estado do Ceará, 140 nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, cinco no Piauí e 40 em Pernambuco, totalizando 440 observações. Os animais foram submetidos a exame clínico sendo selecionados apenas os considerados saudáveis. Em cada animal, realizou-se a estimativa visual do escore da condição corporal (EC), em escala variando de 1,0 (muito magra) a 5,0 (obesa). Os escores foram agrupados em classes de escore corporal (CEC),

nas quais animais com escore até 2,5 foram classificados como CEC = 1 (baixo), de 2,5 a 3,5 o CEC = 2 (médio), e animais com escore superior a 3,5 foram classificados como CEC = 3 (alto), de acordo com Russel et al (1969).

A idade dos animais foi estimada através da cronologia dentária, sendo classificados da seguinte forma: primeira muda se refere aos animais de 12 a 18 meses, segunda muda aos de 24 a 35 meses, terceira muda aos de 36 a 45 meses e boca cheia acima de 48 meses (PUGH, 2002).

3.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

3.3.1 Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar

Foram instalados em cada propriedade um termohigrômetro e um globo negro no mesmo ambiente ocupado pelos animais, cujas leituras de temperaturas e umidade eram registradas no mesmo momento da tomada dos dados fisiológicos, sendo que para cada animal havia uma leitura das variáveis meteorológicas correspondentes.

Com esses dados foram estimados os índices de conforto ambiental, a saber, Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR), de acordo com Silva 2008.

$$ITGU = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Onde:

T_g = temperatura do termômetro de globo, °C

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C

41,5 = constante

(1)

$$CTR = 1,053 h_c (T_g - T_a) + \delta t_g^4, \quad W/m^2$$

Onde:

$$\begin{aligned} h_c &= \text{coeficiente de convecção do globo negro, } W / m^2/k \\ T_g &= \text{Temperatura do termômetro de globo, } ^\circ K \\ T_A &= \text{Temperatura do ar, } ^\circ K \\ \delta &= \text{Constante de Stephan-Boltzman (} 5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2/k^4 \text{)} \end{aligned} \tag{2}$$

3.4 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

3.4.1 Temperatura Retal e Frequência Respiratória

A frequência respiratória foi registrada em cada animal, pela contagem direta dos movimentos dos flancos durante um minuto, adotando-se procedimentos que evitassem o estresse de manejo.

A temperatura retal foi registrada através de um termômetro clínico digital, com escala até 44° C, inserido diretamente no reto do animal, a uma profundidade aproximada de 5 cm, em contato direto com a mucosa.

No mesmo instante das coletas fisiológicas foram registrados os valores de umidade relativa, temperatura do ar e do globo negro, para cada animal.

3.4.2 Coleta de sangue, dosagem Hormonal e Bioquímica

O sangue foi coletado em cada animal, através de punção da veia jugular, retirando uma amostra de 10 ml de sangue, utilizando o sistema a vácuo, em tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante.



Figura 1. Preparação e coleta de sangue nos ovinos Morada Nova

As amostras foram centrifugadas nas próprias fazendas e o soro armazenado em microtubos do tipo “eppendorf” e congelado a -20°C . Posteriormente foram realizadas as dosagens de Tiroxina (T_4 total) e triiodotironina (T_3) pelo método ELISA, no Laboratório do Núcleo de Estudo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes na UFERSA.



Figura 2. Armazenamento das amostras de soro, Kit e material utilizados para dosagem de Tiroxina (T_4) e Triiodotironina (T_3)



Figura 3. Leitora e lavadora de Elisa utilizados para obtenção do triiodotironina (T₃) e tiroxina (T₄)

Para a realização da bioquímica as amostras foram centrifugadas, nas próprias fazendas, a 200 rotações por minuto durante dez minutos e o soro armazenado em microtubos do tipo “eppendorf” e congelado a – 20°C. As concentrações dos metabólitos foram realizadas utilizando-se kits comerciais específicos, com o auxílio de um analisador bioquímico automático (CELM SBA-200), sendo determinados os níveis séricos de glicose (mg/dl), colesterol (mg/dl), triglicérides (mg/dl), uréia (mg/dl), creatinina (mg/dl), aspartato aminotransferase (U/l), alanina aminotransferase (U/l), proteínas totais (g/dl), albumina (g/dl) e calculado a globulina (g/dl).

3.4.3 Coleta de sangue e avaliações hematológicas

Os parâmetros hematológicos foram obtidos através da venipunção da jugular, coletando-se 5 ml de sangue em tubos de ensaio com duas gotas de anticoagulante EDTA. As amostras de sangue foram mantidas em isopor com gelo até sua chegada ao Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal Rural do semiárido (HOVET-UFERSA).

As contagens de eritrócitos (Er) foram realizadas em câmara do tipo Neubauer modificada, através da diluição das células, o hematócrito (Ht) foi determinado utilizando a técnica de microhematócrito e o índice hematimétrico, volume corpuscular médio (VCM)

foi obtido a partir da contagem do número de eritrócito e do Ht, através da equação $VCM = Ht/Er*100$, conforme a metodologia de Ferreira Neto e Viana (1977).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas análises de variância e teste de Tukey a 5 % de significância, além de estudos de correlação e regressão, por meio do programa estatístico SAS, versão 6.12 (SAS, 1998).

O modelo estatístico utilizado para Temperatura retal e Frequência respiratória foi:

$$Y_{ij} = \mu + P(R)_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Média da temperatura retal e frequência respiratória no i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2);

μ = é a média geral de cada uma das variáveis;

$P(R)_i$ = efeito do i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2);

e_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Modelo estatístico utilizado para as variáveis hematológicas e bioquímicas foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + P(R)_i + Id_j + EC_k + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Média da l-ésima observação das variáveis hematológicas e bioquímicas i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2); na j-ésima classe de idade (1, 2 e 3) e na k-ésima classe de escore corporal;

μ = é a média geral de cada uma das variáveis;

$P(R)_i$ = efeito do i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2);

Id_j = efeito da j-ésima classe de idade (1,2 e 3);

EC_k = efeito da k-ésima classe de escore corporal;

e_{ijkl} = erro aleatório associado à observação Y_{ijkl}

Modelo estatístico utilizado para níveis circulantes de T_3 e níveis circulantes de T_4 foi:

$$Y_{ijk} = \mu + P(R)_i + Id_j + + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = Média da k-ésima observação das concentrações de hormônios Tiroxina total e Triiodotironina, obtida no i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2) na j-ésima classe de idade (1, 2 e 3);

μ = é a média geral de cada uma das variáveis;

$P(R)_i$ = efeito do i-ésimo rebanho (1, 2, 3...29) dentro de período (i= 1 e 2);

Id_j = efeito da j-ésima classe de idade (1, 2 e 3);

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação Y_{ijk}

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 evidenciou de acordo com os valores médios de cada estado, que o ambiente apresentou elevada carga de radiação, o que possivelmente pode caracterizar uma condição estressante para animais pouco adaptados. Esse fato se comprova quando se analisa o Índice de temperatura de Globo e Umidade (ITGU), que apresentou valores muito elevados em todos os estados. A *National Weather Service – USA* classificam o ambiente com ITGU acima de 84 como uma condição de perigo e emergência, porém, este índice foi desenvolvido para animais adaptados a clima temperado, sendo necessário confrontar esses valores com as reações de animais adaptados ao clima quente, na tentativa de estabelecer as amplitudes aplicáveis aos animais nativos do Semiárido.

Andrade (2006) verificou que um ambiente com ITGU de 85,1 não pode ser classificado como perigoso para cordeiros da raça Santa Inês, pois nessas condições os animais não apresentaram variação dos parâmetros fisiológicos, além de ganho de peso satisfatório. O autor atribuiu essas respostas ao elevado grau de adaptação dos animais, e considerou a utilização de valores de ITGU preconizados para bovinos em ambiente temperado, não adequada para os ovinos em questão.

A temperatura do ar foi elevada em quase todas as propriedades, superando a temperatura crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, de acordo com Yousef, 1985. A carga térmica radiante (CTR), intimamente ligada às trocas térmicas por radiação entre o animal e o ambiente (SILVA, 2008), também se mostrou elevada em todas as propriedades confirmando a alta incidência de radiação em todas as épocas do ano no ambiente Semiárido. Em ambientes tropicais essa radiação deve ser a mínima possível para não se tornar um aporte de energia adicional para o animal.

Tabela 1. Média geral \pm desvio padrão das características ambientais nos diferentes estados

| Rebanho | Tar ($^{\circ}$ C) | UR(%) | ITGU | CTR(W/m^2) |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| Ceará | 36,12 \pm 3,99 | 32, \pm 12,52 | 91,39 \pm 4,76 | 677,97 \pm 102,54 |
| Rio Grande do Norte | 30,8 \pm 2,96 | 63, \pm 11,25 | 81,6 \pm 7,78 | 546,2 \pm 116,32 |
| Paraíba | 29,98 \pm 2,27 | 46, \pm 7,96 | 82,52 \pm 6,15 | 585,67 \pm 91,34 |
| Piauí | 36,96 \pm 0,26 | 31, \pm 1,14 | 102,38 \pm 0,67 | 859,39 \pm 11,33 |
| Pernambuco | 31,67 \pm 2,19 | 31, \pm 10,13 | 85,54 \pm 3,69 | 633,48 \pm 63,48 |
| Média Geral | 32,09 \pm 0,81 | 49,42 \pm 0,88 | 84,36 \pm 0,79 | 598,8 \pm 11,9 |

Tar = temperatura do ar; UR= umidade relativa do ar; ITGU=índice de temperatura de globo e umidade; CTR= carga térmica radiante

Houve diferença de todas variáveis fisiológicas ligadas a termorregulação avaliadas para o efeito de período dentro de rebanho (Tabela 2), assim fica evidente considerar cada rebanho em particular devido suas diferenças meteorológicas, no qual os animais apresentaram respostas imediatas às condições estressantes como acionamento da frequência respiratória e elevação da temperatura retal, além de variação da secreção dos hormônios tiroxina total (T_4) e triiodotironina (T_3). O fator idade também influenciou a secreção de T_4 , que dos hormônios tireoideanos corresponde à forma mais presente na tireóide (SWENSON & REECE, 1998).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da temperatura retal (TR; °C), frequência respiratória (FR; movimentos/minuto), dos níveis circulantes de tiroxina total (T₄; µg/dL) e triiodotironina (T₃; µg/dL) de ovelhas Morada Nova

| Fontes de variação | Graus de Liberdade | | | | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|--------------------|----|----------------|----------------|------------------|-----------|--------------------|----------------|
| | TR | FR | T ₃ | T ₄ | TR | FR | T ₃ | T ₄ |
| P (R) | 28 | 20 | 25 | 13 | 9,64* | 1577,48** | 8,17** | 31,36** |
| Idade | - | - | 2 | 2 | - | - | 1,12 ^{ns} | 5,16* |
| Média geral | | | | | 38,87 | 42,48 | 1,96 | 4,34 |
| CV (%) | | | | | 1,32 | 26,98 | 48,88 | 27,17 |
| R ² | | | | | 0,62 | 0,38 | 0,30 | 0,59 |

P (R)= período dentro de rebanho; CV=coeficiente de variação; R²= coeficiente de determinação

Verificam-se na Tabela 3 as médias das variáveis fisiológicas, sendo possível observar que nos estados com as condições ambientais mais estressantes, como elevada carga térmica radiante (CTR) e índice de conforto térmico (ITGU), houve elevação da temperatura retal e frequência respiratória e menor secreção do hormônio triiodotironina (T₃). Como os hormônios tireoideanos estimulam a termogênese em vários tecidos, é possível que, em animais menos adaptados, a redução da secreção de T₃ ajude a diminuir a produção de calor endógeno, na tentativa de se ajustar a ambientes quentes (FAÇANHA et al., 2008). No entanto, apesar de menor secreção do T₃, nota-se que suas médias ainda encontram-se dentro dos valores de referência para ovinos, considerados em torno de 1,23 ± 0,27 µg/dL (CANOLA, 1982).

Nos diferentes estados a tiroxina apresentou valores bem homogêneos e dentro da faixa de normalidade para ovinos em torno de 4,41 ± 1,13 µg/dL (CUNNINGHAM, 1993). Tais fatos indicam que tanto as condições ambientais quanto as reações fisiológicas dos animais não alteraram os níveis circulantes normais desses hormônios.

Tabela 3. Média das variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) frequência respiratória (FR) tiroxina total (T₄) e triiodotironina (T₃) dos diferentes estados do Nordeste brasileiro

| Rebanho | T ₃ (µg/dL) | T ₄ (µg/dL) | FR(mov/minuto) | TR(°C) |
|---------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------|
| Ceará | 1,88±1,30 | 4,99±1,44 | 39±17,3 | 39,18±0,56 |
| Rio Grande do Norte | 2,31±0,99 | 4,46±1,99 | 48±9,89 | 38,51±0,93 |
| Paraíba | 2,06±0,96 | - | 41±14,41 | 39,18±0,60 |
| Piauí | 1,05±0,42 | 4,58±0,31 | 33±2,68 | 37,9±0,6 |
| Pernambuco | 1,14±0,44 | 4,49±1,36 | 34±12,34 | 39,27±0,62 |
| Média Geral | 1,96±0,30 | 4,60±0,53 | 42±2,56 | 38,9±0,51 |

A temperatura interna é o resultado da energia térmica absorvida pelo animal adicionada à energia produzida nos processos metabólicos, subtraindo-se a energia térmica dissipada (SILVA, 2008). Uma elevação dessa temperatura pode ser um indicativo de que o meio em que o animal se encontra apresenta elevados níveis de radiação e que os mecanismos de dissipação não conseguem impedir à elevação de sua temperatura interna. Desta forma, considera-se que a elevação de 1°C na temperatura retal pode ser o bastante para reduzir o desempenho na maioria das espécies de animais domésticos (SANTOS et al., 2006).

A frequência respiratória pode ser considerada como uma resposta imediata dos animais às condições estressantes, Silanikove (2000) relata que essa variável pode quantificar a severidade do estresse ao qual o animal se encontra exposto, assim, uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 movimentos por minuto caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes respectivamente, e que acima de 200 para ovinos o estresse é considerado severo, condição que não foram encontrados em nenhum dos animais no presente estudo. Porém, elevadas frequências respiratórias nem sempre significam que os animais estão em estresse térmico, pois esse é um importante mecanismo de termorregulação que pode levar o animal a se adaptar ao ambiente . Ou seja, o animal

pode utilizar a elevação da frequência como forma eficiente de dissipar calor e manter assim a homeotermia (SANTOS et al. 2006).

A temperatura retal média para ovinos é de 39,1 (SWENSON & REECE, 1998), no presente estudo observou-se que apesar da elevada carga térmica radiante registrada nos rebanhos avaliados, em geral não houve elevação da temperatura interna dos animais fora desse limite. A frequência respiratória para ovinos em ambientes termoneutros oscila entre 24 a 36 movimentos por minuto (SWENSON & REECE, 1998), esses valores foram próximos aos encontrados no presente estudo.

Esses resultados podem confirmar que os ovinos Morada Nova se encontram adaptados as condições de ambiente térmico do Semiárido, de forma que não alteraram suas funções fisiológicas como temperatura interna e frequência respiratória, nem diminuíram a secreção dos hormônios tireoideanos, fato importante para o desenvolvimento dos animais visto que esses apresentam ação sinérgica ao hormônio de crescimento (SWENSON & REECE, 1998), podendo favorecer a um maior desempenho produtivo em termos de produção de carne.

Através da Figura 4 verifica-se maior ocorrência de rebanhos no qual os animais apresentaram a temperatura retal de 37,7 a 38,7°C. A frequência respiratória e concentração sérica de T₄ mostraram maiores valores de 27 a 32 movimentos/minuto e 4,75 a 5,25 µg/dL, respectivamente. Para a concentração de T₃ verificou-se uma maior variação, onde cada rebanho mostrou valores diferentes sendo os mais frequentes de 0,62 a 1,62µg/dL.

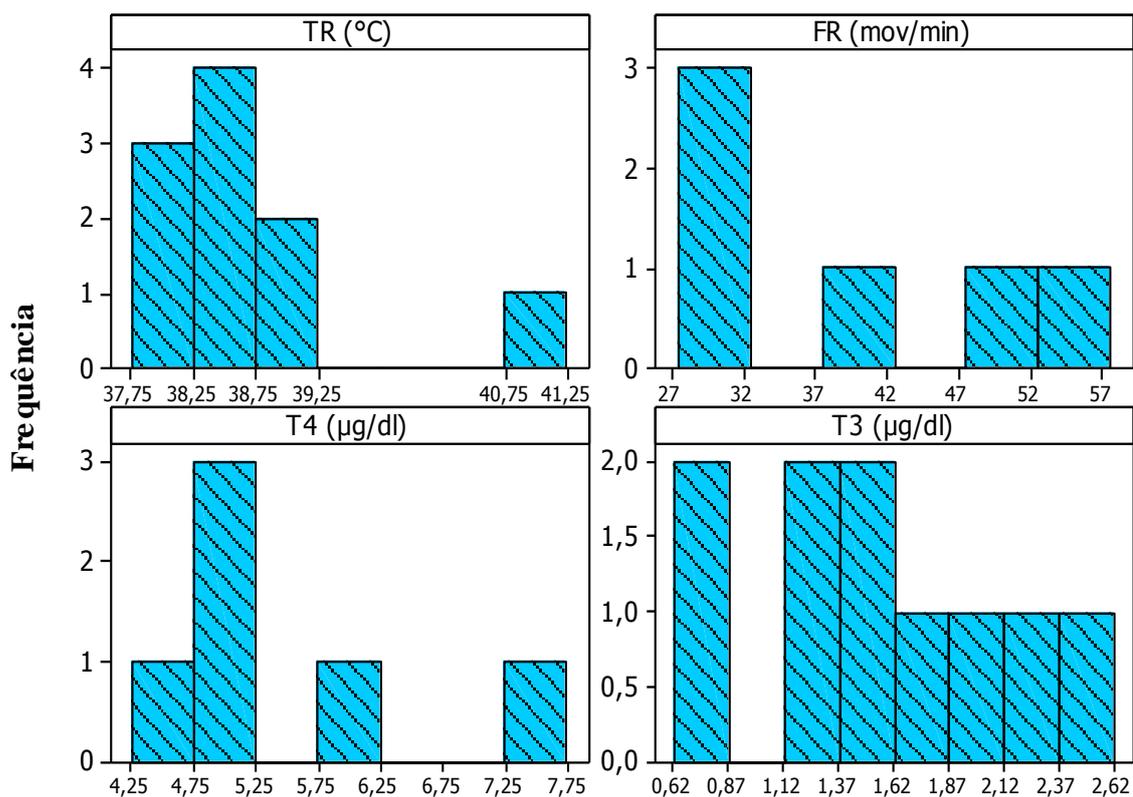


Figura 4. Frequência dos valores de temperatura retal (TR), Frequência respiratória (FR), Tiroxina total (T4) e Triiodotironina (T3) de ovelhas Morada Nova no período chuvoso

Durante o período seco, os rebanhos apresentaram maior heterogeneidade dos dados fisiológicos (Figura 5), o que pode ser reflexo das diferentes formas que os animais utilizam para se adaptar ao meio ambiente, além das diferenças climáticas que ocorre durante todo esse período nos diferentes estados. Verificam-se rebanhos com maiores valores para temperatura retal, oscilando de 38,3 - 38,6°C e 39,6 - 39,8°C, e frequência respiratória de 37 a 57 movimentos por minuto. As secreções dos hormônios Tiroxina total foram similar aos valores registrados durante o período chuvoso. A concentração do hormônio T₃ foi muito variada (1,62 a 2,62 µg/dL) mas no geral os rebanhos avaliados nesse período apresentaram maiores médias do que os rebanhos avaliados no período chuvoso, esse fato pode ter ocorrido devido as condições de cada rebanho, vale relembrar que não houve coleta no mesmo rebanho nos dois períodos analisados, podendo-se considerar que estes animais apresentaram possivelmente um maior grau de

adaptabilidade, no qual as condições do período não foram suficientes para alterar os parâmetros fisiológicos avaliados.

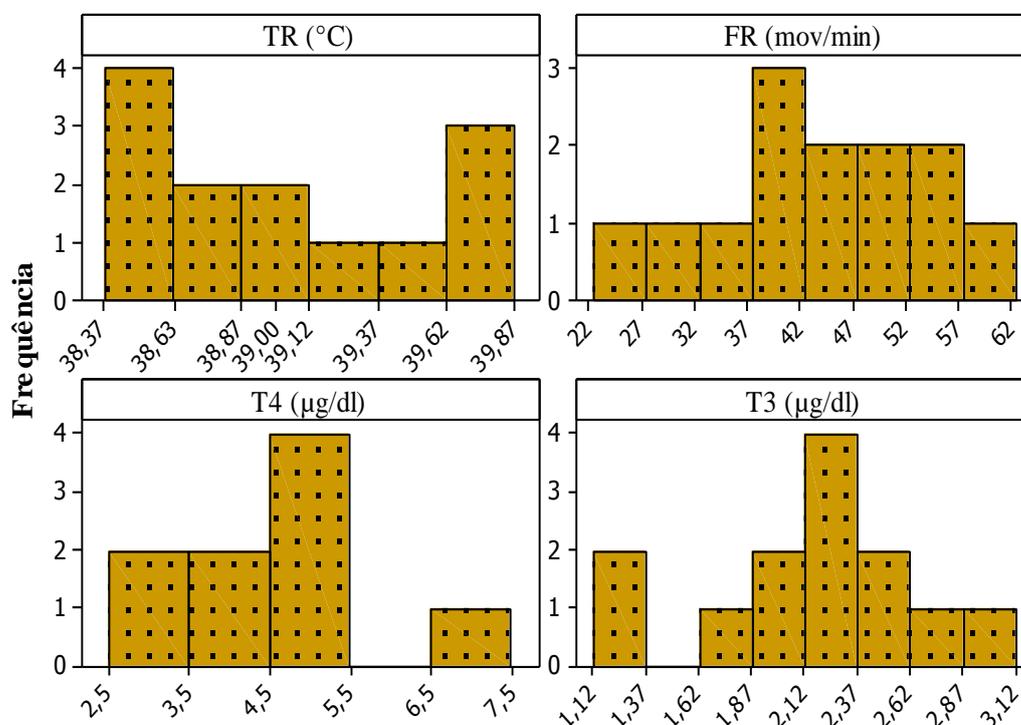


Figura 5. Frequência dos valores de temperatura retal (TR), Frequência respiratória (FR), Tiroxina total (T4) e Triiodotironina (T3) de ovelhas Morada Nova no período seco

Na Tabela 4 observa-se os coeficientes de correlação entre as variáveis fisiológicas e ambientais, percebe-se que houve correlação significativa e positiva entre a frequência respiratória e a temperatura retal, o que se encontra em conformidade com outros pesquisadores (QUESADA et al., 2001; AZEVEDO et al., 2005), visto que os ovinos utilizam de forma muito intensa a evaporação respiratória, com a finalidade de aumentar a eliminação de calor pelo trato respiratório, como forma de manter constante a temperatura retal. Assim, os animais que apresentaram maior temperatura retal utilizaram a frequência respiratória como forma de dissipar a energia para manter a homeotermia.

A temperatura retal e a frequência respiratória também apresentaram correlação significativa com a carga térmica radiante e o ITGU, sendo que o aumento da radiação

elevou ambos os parâmetros fisiológicos. O ambiente também apresentou correlação elevada e negativa com a secreção do hormônio triiodotironina (T_3), sendo que nos rebanhos que apresentavam as condições mais estressantes houve diminuição da secreção do T_3 , fato que deve ter ocorrido devido esse hormônio ser ligado a termogênese, favorecendo a produção de calor.

Tabela 4. Coeficiente de correlação entre as variáveis fisiológicas como temperatura retal (TR;°C), frequência respiratória (FR; mov/min), triiodotironina (T_3 ; $\mu\text{g/dL}$) e tiroxina (T_4 ; $\mu\text{g/dL}$) com as variáveis ambientais Carga térmica radiante (CTR; Wm^2) e Índice de Temperatura Globo e Umidade (ITGU)

| | T_3 | T_4 | FR | TR | ITGU | CTR |
|-------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|--------|-----|
| T_3 | - | | | | | |
| T_4 | 0,03 ^{ns} | - | | | | |
| EC | 0,25** | 0,46** | - | | | |
| FR | -0,11* | 0,05 ^{ns} | - | | | |
| TR | -0,16** | -0,31** | 0,25** | - | | |
| ITGU | -0,49* | -0,05 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 0,17* | - | |
| CTR | -0,42** | 0,005 ^{ns} | 0,13* | 0,15* | 0,95** | - |

A secreção do T_4 não foi influenciada pelas variáveis ambientais avaliadas, evidenciando que os processos adaptativos possivelmente não inibiram a atividade da Tireóide. Todavia, o T_3 foi correlacionado negativamente com a CTR e o ITGU, indicando que em situações mais estressantes houve redução da concentração sérica desse hormônio. Esses resultados podem ser atribuídos possivelmente a uma necessidade de diminuição da produção de calor endógena para que os animais possam se adaptar ao clima quente, visto que a atividade termogênica do T_3 estudada *in vivo* apresenta potência três vezes mais alta do que a de T_4 (SWENSON & REECE, 1998). Considerando-se que o T_4 tem influencia

marcante no desenvolvimento da glândula mamária, e na iniciação da lactação, além de ação sinérgica com o hormônio de crescimento (RANDALL et al., 1997), essa diminuição do T_3 aliado com a manutenção da secreção do T_4 nas condições mais severas pode indicar um possível mecanismo adaptativo dos ovinos Morada Nova, mantendo dentro da normalidade o hormônio responsável pelo crescimento e desenvolvendo e reduzindo o T_3 que tem maior poder de produção de energia. A manutenção das concentrações de T_4 pode indicar que não houve redução da atividade do Eixo Hipotálamo – Hipófise – Tireóide, nem redução da atividade hipotalâmica, o que pode ser bastante benéfico para as demais funções orgânicas, como reprodução, lactação e crescimento.

Considerando-se ainda os hormônios tireoidianos (T_3 e T_4), percebe-se que estes apresentaram correlação positiva com a condição de escore corporal dos animais. Com isso, as ovelhas que apresentavam as maiores concentrações desses hormônios foram as que apresentavam as melhores condições nutricionais, o que ocorre possivelmente pela ação sinérgica deste hormônio com diversas funções do organismo animal principalmente com o hormônio de crescimento, promovendo a síntese de proteína e desenvolvimento dos animais.

Houve efeito de rebanho dentro de período, idade e classe de escore corporal com o perfil hematológico (Tabela 5), sendo verificado que os animais submetidos a diferentes condições climáticas podem apresentar variações dos constituintes do hemograma, assim, cada rebanho apresenta condições específicas como forragem, disponibilidade de água, sombra, altitude o que justifica essa variação.

Em geral as médias dos parâmetros hematológicos encontravam-se dentro dos valores normais para a espécie, mesmo considerando que este pode ser fortemente influenciado por frequentes exposições a condições severas de ambiente. Diversos estudos relatam o aumento do hematócrito em animais que sofrem com estresse térmico devido a elevada solicitação destes pelos mecanismos evaporativos como forma de manter a homeotermia, acarretando em consequência, uma grande perda hídrica para o ambiente, ocorrendo uma hemoconcentração relativa e aumento do número de hemácias (FERREIRA et al., 2009; SRIKANDAKUMAR et al., 2004).

Silva et al. (2008), avaliando diferenças nos constituintes do eritrograma de caprinos exóticos e nativos, observaram que os animais da raça nativa do Semiárido nordestino como a Moxotó, apresentaram os maiores valores para número de hemácias e hematócrito, características adquiridas no processo de adaptação que ocorreu ao longo dos anos.

Tabela 5. Resumo da análise de variância do número de eritrócitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hematócrito (%) e volume corpuscular médio (fL) de ovelhas Morada Nova

| Fontes de variação | Graus de Liberdade | | | Quadrados Médios | | |
|--------------------|--------------------|----|-----|------------------|--------------------|---------------------|
| | Er | Ht | VCM | Er | Ht | VCM |
| P (R) | 27 | 27 | 27 | 29,28** | 228,5** | 348,7** |
| Idade | 2 | 2 | 2 | 12,26* | 0,93 ^{ns} | 35,15 ^{ns} |
| CEC | 2 | 2 | 2 | 4,41* | 241,63** | 41,13* |
| Média Geral | | | | 10,04 | 34,27 | 34,88 |
| CV (%) | | | | 17,25 | 14,64 | 18,29 |
| R ² | | | | 0,34 | 0,34 | 0,34 |

P(R)= rebanho dentro de período; CEC= classe de escore corporal; CV=coeficiente de variação; R²= coeficiente de determinação

Para os ovinos da raça Morada Nova os valores de eritrócitos, hematócrito e volume corpuscular médio encontram-se dentro da faixa de normalidade para espécie, o que pode ser justificado pelo fato dos animais não apresentarem necessidade de acionamento dos mecanismos evaporativos como meio de perder calor, mesmo expostos a condições ambientais severas como elevada radiação, o que confirma sua adaptação ao Semiárido Nordestino.

Há variação dos constituintes sanguíneos no desenvolvimento do animal, uma vez que quanto mais jovem maior a quantidade de água presente no organismo, e com o avançar da idade a porcentagem de água vai decrescendo e a concentração de eritrócitos aumenta na corrente sanguínea. A diminuição da água também pode ocorrer devido ao maior depósito de gordura, com isso nos adultos há estabilização de hemácias, plasma e seus constituintes (SWENSON & REECE, 1998). Desta forma, constata-se na Tabela 6, a variação do número de eritrócitos com o avançar da idade, na qual os animais adultos apresentaram maior número destas células.

O fator idade não influenciou a secreção dos hormônios tireoideanos, porém observaram-se maiores médias nas idades correspondendo ao maior desenvolvimento e início da puberdade do animal, que ocorre geralmente dos 8 meses até os três anos.

Tabela 6. Variação das médias de eritrocitários e da secreção dos hormônios tiroxina total (T₄) e triiodotironina (T₃) em diferentes idades de ovelhas Morada Nova

| Idade | Parâmetros | | | | |
|-----------------|------------------------|------------------------|---|--------------------|--------------------|
| | T ₃ (µg/dl) | T ₄ (µg/dl) | Eritrócitos (x10 ⁶ /mm ³) | Hematócrito (%) | VCM(fl) |
| 1 a 2 anos | 2,05 ^a | 4,92 ^a | 9,65 ^b | 33,68 ^a | 34,45 ^a |
| 2-a 3 anos | 2,00 ^a | 5,28 ^a | 9,83 ^{ab} | 33,79 ^a | 34,94 ^a |
| Acima de 4 anos | 1,83 ^a | 4,45 ^b | 10,17 ^a | 33,90 ^a | 33,82 ^a |

Média seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; VCM=volume corpuscular médio

As médias para o perfil bioquímico encontram-se na Tabela 7. O ambiente pode alterar as concentrações bioquímicas séricas, podendo elevar os níveis de uréia e creatinina devido à vasodilatação periférica como forma de dissipação de calor e com isso diminuir o fluxo sanguíneo nos órgãos internos, sendo uma consequência a menor filtração renal com aumentos desses metabólitos na corrente sanguínea. Srikandakumar et al., (2003) avaliando o efeito do estresse calórico sobre a bioquímica sérica em ovinos perceberam uma elevação desses constituintes no período mais quente do ano, porém no presente estudo os níveis médios de uréia e creatinina encontravam-se dentro dos valores de normalidade para a espécie, e não foi verificado elevação da concentração desses metabólitos no período seco, indicando que as condições ambientais presentes não foram suficientes para causar alterações no funcionamento renal nos animais avaliados.

Tabela 7. Médias \pm desvio padrão, Período seco e chuvoso, valores de referência dos parâmetros bioquímicos séricos e eritrocitário de ovelhas Morada Nova

| Parâmetro | Período Seco | Período Chuvoso | Média Geral | Valores de Referência |
|---|--------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|
| Eritrócitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$) | 8,95 \pm 2,22 | 10,81 \pm 1,58 | 10,04 \pm 29,19 | 9 – 15 (PUGH, 2002) |
| Hematócrito (%) | 33,72 \pm 6,94 | 34,66 \pm 5,26 | 34,27 \pm 6,03 | 27-45 (PUGH, 2002) |
| Volume Globular Médio (fl) | 38,54 \pm 9,32 | 32,35 \pm 4,83 | 34,88 \pm 7,65 | 28-40 (PUGH, 2002) |
| Glicose (mg/dL) | 51,72 \pm 21,66 | 69,8 \pm 34,51 | 59,26 \pm 29,19 | 50-80 (PUGH, 2002) |
| Colesterol (mg/dL) | 57,40 \pm 17,66 | 59,4 \pm 26,76 | 58,25 \pm 21,82 | 52-76 (PUGH, 2002) |
| Triglicerídeo (mg/dL) | 30,74 \pm 13,80 | 30,2 \pm 11,86 | 30,50 \pm 13,00 | 36,2 \pm 18,5 (SILVEIRA, 1988) |
| Uréia (mg/dL) | 49,25 \pm 18,17 | 49,0 \pm 17,59 | 49,16 \pm 17,90 | 36,6-92 (KANEKO, 2008) |
| Creatinina (mg/dL) | 0,70 \pm 0,24 | 1,8 \pm 1,05 | 1,13 \pm 0,87 | 1,2-1,9 (PUGH, 2002) |
| Proteínas totais (g/dL) | 6,42 \pm 1,14 | 5,7 \pm 1,76 | 6,33 \pm 3,48 | 6-7.9 (PUGH, 2002) |
| Albumina (g/dL) | 2,97 \pm 0,53 | 3,0 \pm 0,70 | 2,99 \pm 0,60 | 2,4-3,0 (PUGH, 2002) |
| Globulinas (g/dL) | 3,46 \pm 1,23 | 2,7 \pm 1,61 | 3,14 \pm 1,45 | 3,5-5,7 (PUGH, 2002) |
| Aspartato aminotransferase (U/L) | 111,43 \pm 34,57 | 93,9 \pm 25,43 | 104,05 \pm 32,19 | 60-280 (PUGH, 2002) |
| Alanina aminotransferase (U/l) | 23,55 \pm 9,61 | 30,0 \pm 9,44 | 25,39 \pm 9,85 | 26-34 (KANEKO, 2008) |

Sejian et al., (2010) avaliando a variação do perfil energético em função do estresse térmico, verificaram redução nos níveis de glicose devido um maior aporte de energia necessário pela atividade muscular respiratória. Nos animais avaliados, como o ambiente não proporcionou variação das funções fisiológicas, principalmente na frequência respiratória, possivelmente não houve necessidade de mobilização da energia para dissipação de calor pelo animal, nem ocorreu redução no consumo de alimentos, fatores importantes para manter os níveis de glicose, colesterol e triglicerídeos dentro da faixa de normalidade. Foi verificada maior concentração desses constituintes no período chuvoso possivelmente devido o melhor valor nutritivo das pastagens.

Estudou-se o perfil enzimático com a finalidade de avaliar o possível efeito do estresse calórico sobre a função hepática e muscular, os valores de Aspartato aminotransferase (AST) e Alanina aminotransferase (ALT) mostraram-se dentro da normalidade, sugerindo que o estresse não foi suficiente para causar desaceleração na produção dessas enzimas pelo fígado. O esforço muscular pode favorecer o aumento sérico do AST, considerando-se que o sistema de criação predominante nos rebanhos avaliados era extensivo, então esse fato pode justificar os maiores níveis de AST encontrados no período seco devido à escassez de alimento nessa época e pelas maiores distâncias percorridas diariamente a procura de alimentos pelos animais.

A correlação negativa entre proteína e elevadas temperaturas ambientais foi descrita por diversos autores (SEJIAN, et al., 2008; SEJIAN et al., 2010). Assim a diminuição das proteínas em condições severas de ambiente pode ser devido a vários fatores, primeiramente pode-se referir a diminuição no consumo de alimento e posteriormente a diminuição das concentrações de hormônios que promovem a síntese proteica como os hormônios tireoideanos. A albumina em animais desidratados pode-se encontrar concentrações elevadas (GONZALEZ, 2003). No entanto, nos animais avaliados, devido sua elevada adaptação ao ambiente, não houve redução dos parâmetros proteicos avaliados como proteína total, albumina e globulina, visto que o ambiente não causou alteração das respostas fisiológicas, com isso, possivelmente não houve diminuição no consumo de alimento, podendo ser percebido através dos níveis normais do perfil energético, refletindo em manutenção das concentrações proteicas, fato de extrema importância para não prejudicar o desenvolvimento produtivo e reprodutivo normal dos animais.

Na Tabela 8 encontram-se os diferentes valores das concentrações bioquímicas e hematológicas dos animais em diferentes condições corporais, percebe-se que o escore corporal exerceu efeito sobre todos os parâmetros sanguíneos avaliados, confirmando que a condição nutricional é um importante fator na avaliação das funções orgânicas e deve ser levado em consideração na avaliação das respostas adaptativas ao ambiente. O hematócrito pode ser reduzido em animais que apresentam maior teor de gordura corporal, que reduz a quantidade de água resultando em maior quantidade de hemácias e conseqüentemente maior o hematócrito.

Tabela 8. Variação das concentrações séricas bioquímicas e eritrocitária em relação à condição de escore corporal

| Parâmetros | Classe de escore corporal | | | Média Geral |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| | Até 2,5 | 2,5 a 3,5 | >3,5 | |
| Eritrócitos (x10 ⁶ /mm ³) | 9,73 ^b | 9,92 ^a | 10,17 ^a | 10,04±29,19 |
| Hematócrito (%) | 32,16 ^c | 33,79 ^b | 35,42 ^a | 34,27±6,03 |
| Volume corpuscular médio (fl) | 33,72 ^b | 34,77 ^a | 34,72 ^a | 34,88±7,65 |
| Glicose (mg/dl) | 58,57 ^a | 55,43 ^b | 63,47 ^a | 59,26±29,19 |
| Colesterol (mg/dl) | 58,62 ^a | 60,75 ^a | 63,70 ^a | 58,25±21,82 |
| Triglicerídeos (mg/dl) | 29,79 ^b | 30,11 ^b | 34,26 ^a | 30,50±13,00 |
| Uréia (mg/dl) | 46,86 ^a | 47,32 ^a | 46,80 ^a | 49,16±17,90 |
| Creatinina (mg/dl) | 1,04 ^b | 1,14 ^a | 1,16 ^a | 1,13±0,87 |
| Proteínas Totais (g/dl) | 6,68 ^a | 6,87 ^a | 6,44 ^a | 6,33±3,48 |
| Albumina (g/dl) | 2,84 ^b | 2,98 ^{ab} | 3,04 ^a | 2,99±0,60 |
| Globulina (g/dl) | 3,38 ^a | 3,26 ^a | 3,24 ^a | 3,14±1,45 |
| Aspartato aminotransferase (U/l) | 102,12 ^a | 100,10 ^a | 103,80 ^a | 104,05±32,19 |
| Alanina aminotransferase (U/l) | 24,28 ^a | 26,62 ^a | 25,30 ^a | 25,39±9,85 |

Média seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

A glicose é um metabólito bastante utilizado como combustível para oxidação respiratória, sendo vital para as necessidades energéticas do organismo, assim nos ruminantes existe duas portas de entrada da glicose, através da alimentação ou pela produção no fígado pela gliconeogênese, quando os animais encontram-se em balanço energético negativo, ou seja, na classe de escore até 2,5, os níveis de triglicerídeos diminuem com a finalidade de produção de glicose hepática (GONZALEZ, 2003).

A Figura 6 mostra que a secreção de T₃ é diminuída em função da elevação da CTR e ITGU assim, controlando-se as condições ambientais, pode-se refletir em maior conforto térmico, no qual não haverá alteração fisiológica na secreção do hormônio triiodotironina (T₃), fato importante no funcionamento dos hormônios tireoideanos que são fundamentais para o desenvolvimento dos animais.

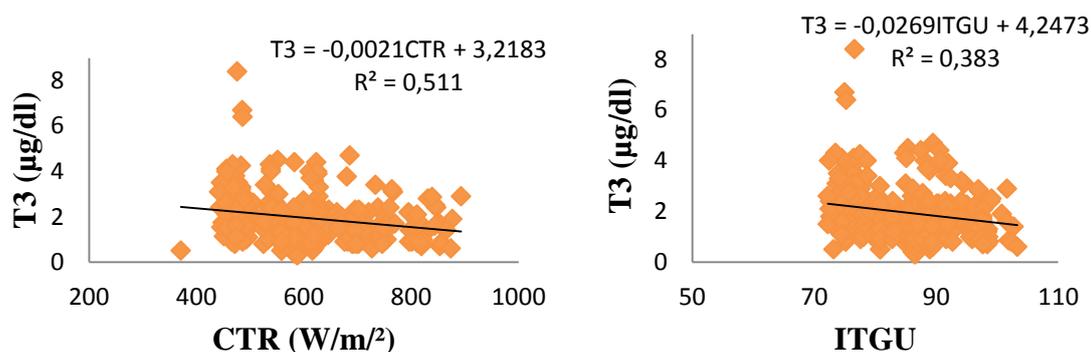


Figura 6. Variação dos níveis séricos de Triiodotironina (T₃) em função da Carga Térmica Radiante (CTR) e do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)

Na Figura 7 observa-se a variação da frequência respiratória em função da temperatura do ar e da temperatura retal, onde foi possível perceber uma relação direta e positiva, o que afirma que a frequência respiratória pode ser uma resposta imediata da condição de estresse que o animal se encontra, e que a melhoria das condições ambientais como oferta de sombra, proporcionaria melhores condições, sendo menor a necessidade de acionamento de mecanismos de dissipação de calor.

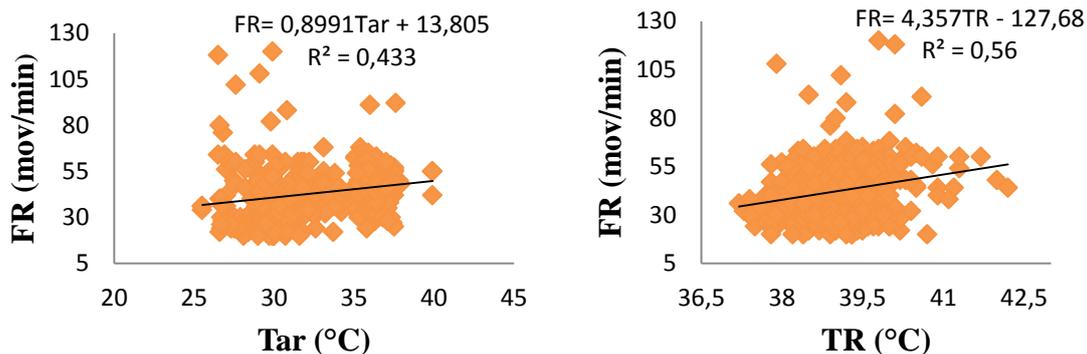


Figura 7. Variação da frequência respiratória (FR) em função da temperatura do ar (°C) e temperatura retal (TR°C)

5. CONCLUSÃO

Os animais da raça Morada Nova não alteraram suas respostas fisiológicas ligadas á termorregulação mantendo-se em homeotermia em todos os rebanhos estudados. Mesmo expostos a condições ambientais severas, como elevados níveis de radiação, os mecanismos adaptativos permitiram a homeostase, indicada pelo perfil bioquímico e hematológico dentro da normalidade.

Assim, o equilíbrio orgânico apresentado por esses animais podem favorecer seu bom desempenho produtivo frente às condições impostas, fato que justifica a utilização dessa raça nos sistemas de criação em ambiente tropical, sobretudo no Semiárido. É importante salientar também a grande importância da ampliação dos parâmetros utilizados na avaliação da adaptabilidade dos animais, visto que estes podem ser influenciados por diversos fatores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, I. S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no Semiárido Paraibano.** 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia Sistemas Agrossivipastoris) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997, 246p.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock production Science**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 57- 69, 1978.
- BRIDI, A. M. Adaptação e Aclimação Animal. **Anais do Encontro Anual de Bioclimatologia.** Journal Animal Science. 2001.
- CANOLA, J. C. Determinação por radio imunossorção dos níveis séricos de triiodotironina, em ovinos da raça Corriedale do Rio Grande do Sul. 1986, 23f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). –Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1986.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- 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, n. 3, p. 538-545, 2008.
- FERREIRA, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, A. U.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; SILVA, M. V. G. B.; VERNEQUE, R. S.; SILVA, P. F. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 769-776, 2009.
- GONZÁLEZ, F. H. D. **Anais do I simpósio de patologia clínica veterinária da região sul do Brasil.** Porto Alegre -RS, 102p. 2003.
- HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L.; BEVERIDGE, L. et al. The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 42, p. 161-182, 1995.
- LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clínical biochemistry of domestic animals.** 6. Ed. San Diego: Academic Press, 2008. 928p.

- 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.
- PEREIRA, A. M. F.; BACCARI JUNIOR, F.; TITTO, E. A. L.; ALMEIDA, J. A. A. Effect of thermal 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.
- PEZZI, C.; ACCORSI, P. A.; GOVONI, N.; 5' Deiodinase activity and circulating Thyronines in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n.1, p. 152-158, 2003.
- PUGH, D. G. **Sheep and goat medicine**. Philadelphia: Elsevier, 2002. 468p.
- RANDAL, D.; BURGREN, W.; FRENCH, K. **Animal physiology: mechanisms and adaptations**. 4ed. New York: H. W. Freeman and Company, 1997. 727p.
- RUSSEL, A. J. F.; DONEY, J. M.; GUNN, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. **Journal Agricultural Science**, v.72, p.451-454, 1969.
- SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. I.; CEZAR, M. F.; TAVARES, G. P. Respostas fisiológicas e gradiente térmico de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do Semiárido Nordeste. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.
- SAS Institute. 1998. **SAS/STAT. User's Guide: Statistics**. Ver. 6., 12. 4th ed. Cary. 842pp.
- SCHIMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002. p. 546.
- SEJIAN, V. SRIVASTAVA, R. S.; VARSHNEY, V. P. Pineal-adrenal relationship: modulating effects of glucocorticoids of pineal function to ameliorate thermal-stress in goats. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 988-994, 2008.
- SEJIAN, V.; MAURYA, V. P.; NAQVI, S. M. K. Adaptive 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, n. 1-2, p. 1-18, 2000.
- SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental: os animais e seu ambiente**. São Paulo: FUNEP, 450p. 2008.
- SILVEIRA, J. M. **Interpretação de exames laboratoriais em veterinária -100 casos clínicos**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988.
- SRIKANDAKUMAR, A.; JHONSON, E. H.; MAHGOUB, O. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. **Small Ruminant Research**. v. 49, p. 193-198. 2004.

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.

STARLING, J. M. C., SILVA, R. G., NEGÃO, J. A. Variação Estacional dos Hormônios Tireoideanos e do Cortisol em Ovinos em Ambiente Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

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

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, 2001. 532 p.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock. Ungulates**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. v.2, p.151-174.