



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO TEGUMENTO E DOS ÍNDICES
DE TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVINOS DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MAYCON RODRIGUES DA SILVA

**PATOS – PB
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO TEGUMENTO E DOS ÍNDICES
DE TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVINOS DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para a obtenção do título de mestre.

Maycon Rodrigues da Silva

Orientador: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

**PATOS – PB
2017**

S586a Silva, Maycon Rodrigues da.

Avaliação das características do tegumento e dos índices de tolerância ao calor de ovinos de diferentes grupos genéticos no Semiárido Brasileiro. / Maycon Rodrigues da Silva. - Patos - PB: [s.n], 2017.

45 f.

Orientador: Professor Dr. Bonifácio Benício de Souza.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

1. Tegumento - avinos. 2. Ovinos - tolerância ao calor. 3. Ambiência animal - ovinos. 4. Adaptabilidade de ovinos. 5. Bioclimatologia. I. Souza, Bonifácio Benício. II. Título.

CDU:551.586(043)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
MESTRADO EM ZOOTECNIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO TEGUMENTO E DOS ÍNDICES
DE TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVINOS DE DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

AUTOR: Maycon Rodrigues da Silva

ORIENTADOR: Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

APROVADA EM:

Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza
UAMV – CSTR- UFCG (Orientador)

Dr. João Vinícius Barbosa Roberto
FACENE FAMANE - Faculdades Nova Esperança

Prof. Dr. Otávio Brilhante de souza
UAMV – CSTR – UFCG

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por me acompanhar por toda a minha vida e por nos ajudar nas horas de dificuldades;

A toda a minha *família*, pelo apoio, confiança e pela credibilidade a mim oferecidos;

A todos os meus amigos que sempre acreditaram e me incentivaram a seguir em frente;

Ao meu orientador, Prof. Dr. *Bonifácio Benício de Souza*, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal, pelos ensinamentos e pelo exemplo profissional e de vida;

A todos os integrantes do NUBS (Núcleo de Pesquisas Bioclimatológicas no Semiárido) pela grande ajuda durante a realização desse experimento;

A meus parceiros de projeto, Nyanne e Gustavo pela enorme ajuda durante todo o trabalho;

Aos amigos que fiz durante a graduação e a pós, principalmente os amigos do rancho da veterinária.

A todos que ajudaram de forma direta ou indireta nas atividades durante os trabalhos;

A todos, meu sincero *Muito Obrigado!*

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO I – Avaliação das características do tegumento de ovinos Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis no Semiárido brasileiro.....	14
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	22
Conclusão.....	26
Referências.....	26
CAPÍTULO II – Avaliação da tolerância ao calor em ovinos somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis no Semiárido paraibano.....	30
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introdução.....	33
Materiais e Métodos.....	34
Resultado e Discussão.....	37
Conclusão.....	43
Referências.....	43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

	Pág
Figura 1 – Fotomicrografia da pele de ovinos, evidenciando as camadas superficiais e suas estruturas: epiderme, derme, folículos pilosos e glândulas sudoríparas.....	21
Figura 2 - fotomicrografia da pele, evidenciando as técnicas de mensuração da espessura da epiderme e derme, contagem de folículos pilosos, tamanho e profundidade de glândulas sudoríparas.....	21

CAPITULO II

Figura 1 – Ovinos em confinamento	35
Figura 2 – Ovinos expostos à radiação solar direta.....	36
Figura 3 – Termografia de infravermelho em ovinos.....	37

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Pág

Tabela 1	Médias das variáveis ambientais no período experimental.....	22
Tabela 2	Médias das quantidades de folículos pilosos (NFP), Glândulas sudoríparas (NGS), profundidade (PGS) e tamanho de Glândulas sudoríparas (TGS) de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.....	24
Tabela 3	Médias da espessura de epiderme (EPI) e derme (DER) de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.....	25

CAPÍTULO II

Tabela 1	Média das variáveis ambientais obtidas durante o experimento.....	38
Tabela 2	Médias da temperatura superficial (TS), antes do estresse e após o estresse de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.....	39
Tabela 3	Médias da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos animais.....	41
Tabela 4	Médias da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e do índice de tolerância ao calor (ITC) de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA - Coeficiente de Adaptabilidade
CTC - Coeficiente de Tolerância ao Calor
DIC - Delineamento Inteiramente casualizado
FR - Frequência respiratória
ITC - Índice de Tolerância ao Calor
ITGU - Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade
ITU - Índice de Temperatura e Umidade
TA - Temperatura Ambiente
TGN - Temperatura de globo negro
TPO - Temperatura de ponto de orvalho
TR - Temperatura retal
TS - Temperatura superficial
UR - Umidade relativa do ar
GS – Glândula Sudorípara
PGS - Profundidade de Glândulas Sudoríparas
NFP - Número de folículos pilosos
NGS - Número de Glândulas Sudoríparas
TGS – Tamanho de Glândulas Sudoríparas
EPI – Espessura de Epiderme
DER – Espessura de Derme

Avaliação das características do tegumento e avaliação da tolerância ao calor em ovinos somalis, morada nova e ½doper + ½ somalis em confinamento no semiárido brasileiro

Resumo: Avaliou-se a adaptabilidade de ovinos Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis, através do estudo das estruturas do tegumento. Foram utilizados 30 ovinos, 10 Somalis, 10 Morada Nova e 10 ½ Doper + ½ Somalis, sendo todos machos não castrados com 150 dias de idade, peso vivo médio de $21,95 \pm 0,80$ Kg. Submetidos a confinamento e distribuídos em baias individuais de 1m^2 . Coletou-se amostras de pele usando um “punch” 0,5 mm em três regiões: pescoço, costado e coxa, após realização de tricotomia e administração de anestésico local na área onde foram retiradas. Após o processamento histológico e confecção das lâminas, foram analisadas a epiderme, derme, folículos pilosos e glândulas sudoríparas. O índice de tolerância ao calor dos animais foi estimado pelos testes de Baccari Júnior e de Benezra, no espaço de três dias ensolarados consecutivos, sendo mensurados os parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR). A temperatura superficial (TS) foi obtida através da câmara termográfica fluke ti25, calculando a temperatura média do tronco, pescoço e cabeça antes e após o estresse calórico. Foram obtidos os valores do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), índice de tolerância ao calor (ITC) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o tamanho de glândulas sudoríparas, pois o grupo Morada Nova, apresentou maior tamanho. Não houve diferença estatística para o número de folículos pilosos, glândulas sudoríparas, profundidade das glândulas, espessuras da epiderme e derme. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o ITC e TR. A FR, TS e CTC diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre as condições ambientais. Os três grupos genéticos possuem características de tegumento favoráveis à sobrevivência e adaptação ao clima quente e o grupo Morada Nova possui maior tamanho de glândulas sudoríparas. Todas as raças são bem adaptadas, mas a Morada Nova apresentou-se mais adaptada às condições ambientais do semiárido.

Palavras-chave: adaptabilidade, bioclimatologia, tegumento.

Evaluation of tegument characteristics and evaluation of heat tolerance in Somalis, Morada nova and ½doper + ½ somalis sheeps in confinement in the Brazilian semi-arid region

Abstract: The adaptability of Somalis, Morada Nova and ½ Doper + ½ Somalis sheep was evaluated through the study of tegument structures. A total of 30 sheeps were used, 10 Somalis, 10 Morada Nova and 10 ½ Doper + ½ Somalis, being all uncastrated males with 150 days old, average live weight of 21.85 ± 0.80 kg. Submitted to confinement and distributed in individual stalls Of 1m^2 . Skin samples were collected using a 0.5 mm "punch" in three regions: neck, side and thigh after tricotomy and administration of local anesthetic in the area where they were removed. After the histological processing and preparation of the slides, the epidermis, dermis, hair follicles and sweat glands were analyzed. The heat tolerance index of the animals was estimated by the Baccari Junior and Benezra tests, within three consecutive sunny days, and the physiological parameters were measured: rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR). The superficial temperature (ST) was obtained through the thermographic camera fluke ti25, calculating the mean temperature of the trunk, neck and head before and after caloric stress. Black Globe Temperature and Humidity Index (GTUI), heat tolerance index (HTI) and heat tolerance coefficient (HTC) were obtained. There was a significant difference ($p < 0.05$) in the sweat gland size, since the Morada Nova group had a larger size. There was no statistical difference for the number of hair follicles, sweat glands, gland depth, thickness of the epidermis and dermis. There was no difference ($P > 0.05$) between treatments for HTI and RT. The RR, ST and CTC differed significantly ($p < 0.05$) between environmental conditions. The three genetic groups have characteristics of tegument favorable to the survival and adaptation to the hot climate and the group Morada Nova has larger size of sweat glands. All races are well adapted, but the Morada Nova was more adapted to the environmental conditions of the semiarid.

Key words: adaptability, bioclimatology, integument

INTRODUÇÃO GERAL

A difusão da criação de pequenos ruminantes, está ligada diretamente à capacidade desses animais se adaptarem a diversas condições ambientais. O Brasil possui um rebanho de 18.410.551 ovinos, em sua maioria concentrados nas regiões Nordeste e sul de, acordo com dados de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

A criação de pequenos ruminantes é considerada uma atividade de importante papel socioeconômico que contribui não só para a região nordeste, como também para todo o Brasil. A criação de ovinos nas regiões Norte e Nordeste possui foco na produção de carne e pele, sendo escolhidas raças deslanadas que possuem boa adaptação ao clima quente e rusticidade para suportar as condições adversas (SOUZA et al., 2015).

Existem fatores que interferem de forma negativa nos processos produtivos, o clima, por exemplo, através da radiação solar, umidade relativa e temperatura do ar, podem alterar os parâmetros fisiológicos desses animais. A frequência respiratória, batimentos cardíacos e temperatura retal são os parâmetros utilizados para avaliar a capacidade de adaptação dos animais ao ambiente (SILVA et al., 2010).

As mudanças climáticas e seus efeitos sobre a humanidade representam um grande desafio que a população enfrentará ao longo dos anos (BERNABUCCI et al., 2010). Os países em desenvolvimento serão os mais afetados com essas mudanças, com possibilidade de perdas severas caso não haja alterações nos sistemas de manejo em adequação às mudanças climáticas (NARDONE et al, 2010).

O conhecimento da capacidade de adaptação das raças que são utilizadas, bem como a interação entre esses animais e o ambiente, são imprescindíveis para adequações nos sistemas e estratégias de manejo a fim de aumentar as respostas produtivas (NÓBREGA et al, 2011).

Testes de tolerância ao calor são utilizados cada vez mais para verificar a capacidade fisiológica dos animais em suportar condições de calor (SOUZA et al., 2008). Além disso, a pele dos animais também vem sendo estudada devido seu papel fundamental nas trocas de calor com o ambiente, mantendo a homeotermia em animais homeotérmicos.

O mecanismo considerado mais eficaz para dissipação de calor em altas temperaturas é o evaporativo, pois o mesmo não depende da diferença de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Seja pelo aumento da frequência respiratória, ou pela evaporação cutânea, esse mecanismo torna-se essencial para a regulação térmica dos animais (SILVA, 2013).

Desta forma torna-se imprescindível estudar os efeitos do clima sobre os animais, visando o melhoramento e conservação de recursos genéticos de raças nativas, em busca das características anatômicas e fisiológicas favoráveis em termos de adaptação às condições ambientais adversas existentes.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a adaptabilidade através de características do tegumento e teste de tolerância ao calor em ovinos Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, Jul 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3939&z=p&o=27>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2017.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; et al. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n. 1-3, p. 57-69, 2010.

NÓBREGA G. H.; SILVA E. M. N.; SOUZA B. B.; et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável** 6:67-73. 2011.

SILVA E. M. N.; SOUZA B.B.; SOUZA O. B., et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga** 23:142-148, 2010.

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

SOUZA, B. B.; BENÍCIO, A.W.A.; BENÍCIO, T.M.A; Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. volume.3, N.2, Pág.42-50, 2015.

SOUZA, B. B.; SOUZA, E. D.; CÉZAR, M. F.; et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino, **Ciência e Agrotecnologia**, volume. 32,1 Lavras Janeiro./Fevereiro, 2008. .

CAPÍTULO I

**Avaliação das estruturas do tegumento de ovinos Somalis, Morada Nova
e 1/2 Doper + 1/2 Somalis no semiárido brasileiro**

Avaliação das estruturas do tegumento de ovinos Somalis, Morada Nova e 1/2 Doper + 1/2 Somalis no semiárido brasileiro

Resumo: Objetivou-se com esse trabalho avaliar a adaptabilidade através do estudo das estruturas do tegumento de ovinos Somalis, Morada Nova e 1/2 Doper + 1/2 Somalis. Foram utilizados 30 ovinos, sendo 10 de cada grupo genético (Somalis, Morada Nova e 1/2 Doper + 1/2 Somalis) todos machos não castrados, com 150 dias de idade, peso vivo entre 21,15 e 22,75 kg, submetidos a confinamento, distribuídos em baias individuais de 1m². Foi fornecida uma dieta nas proporções de 60% volumoso e 40% concentrado. Foram registrados os dados ambientais, obtendo a temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura do ponto de orvalho (Tpo). Calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU). Realizando a tricotomia e administração prévia de anestésico local, foram retiradas amostras de pele usando um “punch” 05mm em três regiões: pescoço, costado e coxa. Após a fixação dos fragmentos, processamento histológico e confecção das lâminas, foram feitas avaliações da epiderme, derme, folículos pilosos e glândulas sudoríparas com auxílio do software (Image Pro-Express v.6.0), que realiza medições e contagens das estruturas da pele. Não houve diferença estatística para o número de folículos pilosos, glândulas sudoríparas, e a profundidade em que essas glândulas estavam dispostas na derme. Assim como as espessuras de epiderme e derme que apresentaram resultados aproximados sem diferença significativa. Foi encontrada diferença significativa para o tamanho de glândulas sudoríparas, pois o grupo Morada Nova, apresentou tamanho superior aos outros animais em estudo. As raças nativas são bem adaptadas ao clima quente presente na região semiárida e as estruturas da pele mensuradas e quantificadas indicam que os três grupos genéticos possuem características de tegumento favoráveis à sobrevivência e adaptação ao clima quente.

Palavras-chave: adaptabilidade, pele, bioclimatologia.

Evaluation of Somalis, Morada Nova and ½ Doper + ½ Somalis sheeps in the Brazilian semi-arid region

Abstract: The adaptability of Somalis, Morada Nova and ½ Doper + ½ Somalis sheep was evaluated through the study of tegument structures. 30 sheep were used, 10 of each breed, all uncastrated male, 150 days old, live weight average 21.95 ± 0.80 kg, submitted to a confinement system, distributed in individual stalls of 1 m^2 . The diet provided was 60% bulky and 40% concentrated. The environmental data were recorded, obtaining the air temperature (AT), relative humidity (RH), black globe temperature (BGT) and dew point temperature (Tpd). The globe temperature and humidity index (GTHI) was calculated. Skin samples were collected using a 5 mm "punch" in three regions, neck, side and thigh after tricotomy and previous administration of local anesthetic. After fixation of the fragments in 10% formaldehyde, histological processing and preparation of the slides, the epidermis, dermis, hair follicles and sweat glands were evaluated using the software (Image Pro-Express v. 6.0). There was no statistical difference for the number of hair follicles, sweat glands, and the depth at which these glands were arranged in the dermis. As well as the thickness of the epidermis and dermis presented approximate results without significant difference. There was a significant difference in the size of sweat glands, since the Morada Nova group presented larger size when compared to the other animals studied. Native breeds are well adapted to the hot climate present in the semi-arid region and the measured and quantified skin structures indicate that the three genetic groups have characteristics of integument favorable to survival and adaptation to hot weather

Key words: adaptability, skin, bioclimatology.

INTRODUÇÃO

Considerando a importância econômica e social da ovinocultura na região Nordeste, destaca-se o estudo de ambiência e das respostas dos animais aos estímulos externos, principalmente os fatores climáticos, buscando um melhor equilíbrio entre adaptação ao clima desfavorável e a eficiência produtiva. Esse tipo de pesquisa contribui significativamente para adequação de sistemas de criação e seleção de genótipos melhores adaptados as condições climáticas adversas da região semiárida (SILVA et al, 2015).

Em relação às condições climáticas, colocamos o estresse calórico reconhecido como importante fator limitante da produção animal, havendo por isso uma necessidade de se conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação como forma de embasamento técnico para a exploração animal em uma determinada região. Por apresentarem ótimos índices de adaptação e tolerância ao calor, é importante destacar a utilização de raças deslanadas como a Santa Inês, Morada Nova, Somalis Brasileira, Rabo Largo, Cariri, e Dorper (SOUZA et al, 2015).

Mesmo com o conhecimento dessas raças, a busca indiscriminada de maiores índices produtivos, através da realização de cruzamentos com animais de raças exóticas, tem ocasionado uma redução dos rebanhos de algumas raças nativas. Segundo Facó et al (2008) a raça Morada Nova que é considerada uma das principais raças nativas de ovinos do Nordeste, vem sofrendo redução nos rebanhos devido a esse fato, que é atrelado ainda, a escolha de outras raças como a Doper e a Santa Inês para substituir esses rebanhos.

Nota-se a importância da valorização das raças nativas, buscando o máximo de informações que venham a destacar sua utilização nos sistemas produtivos e incentivar o uso dessas raças de forma racional, impedindo a diluição genética desses animais que possuem grande capacidade adaptativa que poderão ser a solução em possíveis situações futuras de calor extremo.

Quando se fala em adaptação, relaciona-se as características morfológicas, anatômicas e fisiológicas que contribuem para o bem estar e sobrevivência dos animais no ambiente em que são criados, assim como as mudanças hereditárias, que ocorrem por seleção natural ou a implementação de

características específicas obtidas pela seleção artificial em busca de melhores índices produtivos e adaptativos (BAÊTA E SOUZA, 1997).

O clima quente da região Semiárida faz com que os animais tenham dificuldade em utilizar os mecanismos de perda de calor na forma sensível: condução, convecção e radiação, aumentando as perdas de calor na forma insensível: sudorese e respiração. A sudorese se intensifica à medida que a temperatura ambiente se eleva o que ocorre também com a frequência respiratória, evitando o acúmulo de calor no organismo animal (FERREIRA et al., 2009).

A pele sendo maior órgão do corpo dos animais age como barreira natural entre o organismo e o meio externo, protegendo contra os agentes físicos, químicos e biológicos (DELLMANN e BROWN, 1982). A homeotermia dos animais depende do controle das diferenças térmicas entre a superfície corporal e o meio externo. Para evaporação na superfície da epiderme, os fatores mais relevantes são a velocidade do vento, a temperatura ambiente, umidade do ar, taxa de sudação, pelagem, e temperatura da superfície. Esses fatores podem ser associados à idade, raça, sexo, ambiente radiante, entre outros (SILVA, 2000).

Existem certos fatores que podem influenciar no estresse térmico animal, os quais possuem variações individuais de acordo com a idade, raça, sexo e outros. No entanto, quando se fala na caracterização da pele em ovinos no Brasil, nota-se que essa linha de pesquisa, não possui informações suficientes (McMANUS et al., 2011). O estudo detalhado sobre a pele dos animais pode identificar mudanças estruturais em virtude dos efeitos climáticos, selecionando genótipos ou grupos genéticos com características adaptativas favoráveis ao bem estar e desempenho produtivo.

Por tanto, objetivou-se avaliar a adaptabilidade através das estruturas do tegumento: epiderme, derme, glândulas sudoríparas, e folículos pilosos de ovinos Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis, no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e manejo experimental

O trabalho foi conduzido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Patos – PB, região semiárida nordestina, apresentando um clima semiárido quente (BSH), segundo a classificação de Köppen. Foram utilizados 30 ovinos, sendo 10 da raça Somalis, 10 da raça Morada Nova e 10 mestiços $\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis, todos machos não castrados, totalizando três tratamentos (grupos genéticos) com dez repetições cada.

Os três grupos genéticos foram previamente tratados com anti-helmíntico e vacinados contra clostridioses. Foram selecionados animais com aproximadamente 150 dias de idade, peso vivo médio entre 21,15 e 22,75 kg, submetidos a confinamento, distribuídos em baias individuais de 1m². Foi fornecida uma dieta a base de feno de tifton e jitirana (volumoso); milho, soja, calcário, fosfato e sal mineral (concentrado) nas proporções de 60% e 40% respectivamente. Anteriormente a realização do experimento, o referido trabalho foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CSTR/UFCG) com N^o de protocolo 088/2016

Dados ambientais

Foram registrados os dados ambientais nos horários de maior incidência de radiação solar entre 12:00 e 16:00 horas durante todo o período experimental. Foi usado um datalogger modelo HOBO® com dois canais externos e dois internos, sendo o canal externo utilizado para acoplar um cabo termopar com globo para efetuar as medições da temperatura de globo negro a sombra (Antes do estresse) e ao sol (Durante o estresse). Foram obtidas a temperatura do ar (TA) máxima (T_{máx}) e mínima (T_{min}), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e de ponto de orvalho (T_{po}) e com esses dados calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, utilizando-se a fórmula: $ITGU = TGN + 0,36(T_{po}) + 41,5$.

Coleta e processamento das amostras

Com os animais à sombra e devidamente contidos, foi realizada a tricotomia em uma área de 5cm² e administrado anestésico local (Cloridrato de Lidocaína) por via subcutânea de forma infiltrativa nas regiões do pescoço, costado e coxa. Em seguida foram retiradas amostras de pele de aproximadamente 1cm de diâmetro nas três regiões do corpo dos animais, utilizando-se um vazador do tipo “Punch” com diâmetro de 5 mm para biópsia. As amostras foram fixadas em formaldeído a 10% tamponado por 24 horas, lavadas em água destilada e imersas em solução alcoólica a 70%. Após esse processo, os fragmentos de pele foram desidratados em soluções alcoólicas crescentes (80; 95 e 100%) e diafinizados com duas passagens em xilol. Os fragmentos foram incluídos em parafina que foi solidificada por refrigeração e utilizando um micrótomo rotativo foram obtidos 5 cortes não consecutivos de 5 mm de espessura de cada fragmento, os quais foram corados pelo método da hematoxilina-eosina e as lâminas montadas sobre lamínulas.

Análises dos cortes histológicos

Por se tratar de pele, onde os constituintes histológicos não são isotrópicos, foi utilizado um esquema para escolha dos locais de amostragem (Cortes Verticais Uniformes Randômicos – VUR). Neste esquema de amostragem de cortes verticais, foi escolhido um plano horizontal, paralelo à pele, e um eixo vertical, perpendicular a ele, paralelo aos cortes que foram realizados. O plano horizontal foi escolhido, entretanto a orientação do corte no eixo vertical foi determinada aleatoriamente, de forma que qualquer direção tivesse a mesma chance de ser escolhida (GUNDERSEN et al., 1988).

Os cortes foram utilizados para mensuração da espessura de epiderme e derme; quantificação, tamanho e profundidade de glândulas sudoríparas e número de folículos pilosos. Para este fim, foi utilizado o Sistema de Análise de Imagem (Image Pro-Express v.6.0), com escala micrométrica, e uma câmera acoplada ao microscópio de luz, marca Olympus BX40, utilizando-se objetiva de 10x (figura 1 e 2).

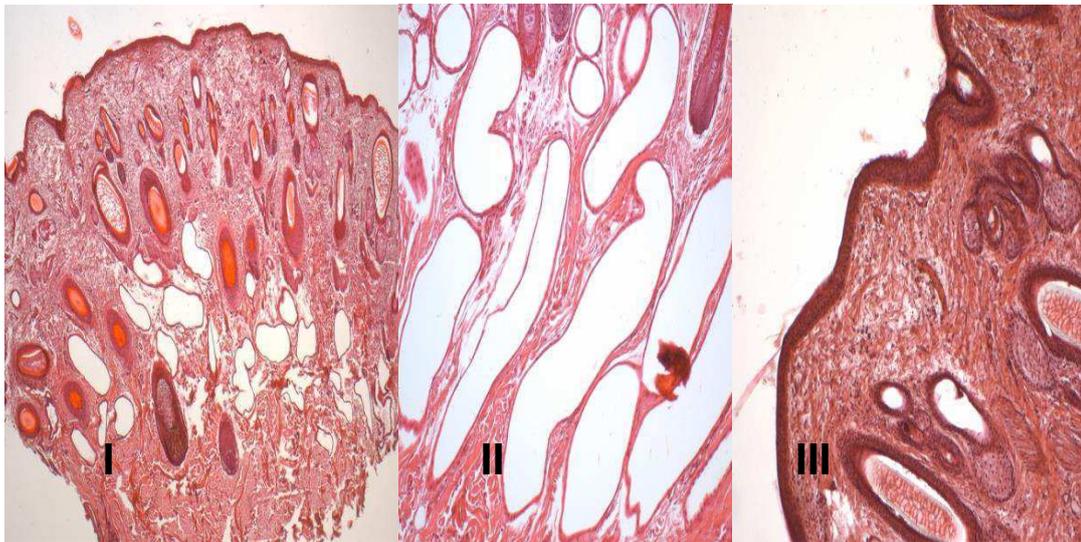


Figura 1 – Fotomicrografia da pele de ovinos, evidenciando as camadas superficiais e suas estruturas (I), Aglomerado de glândulas sudoríparas (II). superfície da epiderme com presença de folículos pilosos (III). Fonte: Arquivo pessoal

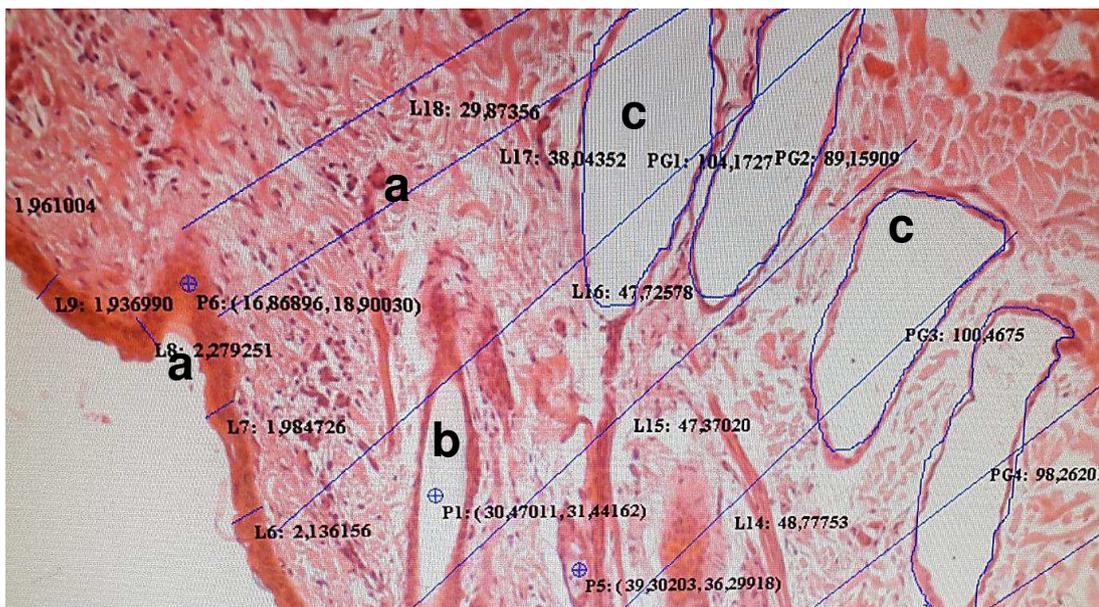


Figura 2 – fotomicrografia da pele, evidenciando as técnicas de mensuração da espessura da epiderme e derme (a), contagem de folículos pilosos (b), tamanho e profundidade de glândulas sudoríparas (c) Fonte: Arquivo pessoal.

Foi realizada a análise de variância por intermédio do programa estatístico SAS 9.3 (2011) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis ambientais

Os resultados das variáveis ambientais durante o período experimental mostram que, com exceção da temperatura de globo negro (TGN) e do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) os valores médios das variáveis dos dois ambientes (sombra e sol) foram aproximados. Os valores de ITGU encontrados foram os de 82,85 e 98,28 na sombra e no sol respectivamente (tabela 1).

O valor de ITGU igual a 83 já pode ser considerado uma situação de estresse médio-alto para ovinos (SOUZA, 2010). Assim pode-se considerar que tanto o ITGU do ambiente de sombra, quanto o de sol, apresentaram-se elevados no presente trabalho e certamente os animais estiveram em condições de estresse por calor, em ambos os ambientes.

Ao fazer uma análise da curva do ITGU com os dados obtidos no local de pastagem dos ovinos, Mario et al (2013) observaram valor máximo de 94,8. O que exemplifica uma situação em que os animais estiveram expostos a um ambiente desfavorável em termos de conforto térmico.

Tabela 1 - Média das variáveis ambientais obtidas durante o experimento.

Variáveis ambientais	Conforto térmico (Sombra)	Estresse por calor (Sol)
TA (°C)	32,5	32,9
UR (%)	53,7	51,8
TGN (°C)	33,4	48,9
Tpo (°C)	22,1	21,9
Tmáx (°C)	33,3	34,1
Tmin (°C)	31,2	33,5
ITGU	82,85	98,28

Avaliação do tegumento

Os resultados das quantificações das estruturas do tegumento: número de folículos pilosos (NFP) e glândulas sudoríparas (NGS), não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os grupos genéticos (tabela 2). O que implica dizer que não houve mudanças nessas estruturas, independente das

características dos grupos genéticos ou da influência do clima sobre os animais.

As características da pele diferenciam dentro de uma mesma espécie no tocante a termorregulação e adaptação dos animais aos ambientes quentes, havendo a necessidade de adoção de medidas de manejo diferenciadas para determinados grupos genéticos com variados tipos de pelagem (SOUZA et al., 2012). Nota-se que mesmo com o parentesco sanguíneo da espécie, existem variações nos mecanismos adaptativos dos animais aos ambientes quentes.

Para desenvolverem-se em ambientes adversos, os animais possuem respostas compensatórias, por exemplo, em condições de estresse por calor pode ocorrer aumento da atividade respiratória e da taxa de sudação (AIURA et al., 2010). Assim, uma maior quantidade de glândulas sudoríparas distribuídas pelo corpo do animal, pode levar a uma maior perda de calor pela evaporação cutânea, fazendo com que haja uma possível diminuição na frequência respiratória.

De acordo com Silva e Starling (2003), o acréscimo de calor nos tecidos corporais pela atividade prolongada da musculatura responsável pela respiração, faz com que haja redução na pressão sanguínea de CO₂, desencadeando uma série de processos fisiológicos desfavoráveis para o animal. Por isso a importância da observação da atividade respiratória dos animais que são expostos a um ambiente estressante.

Observa-se que as quantidades de glândulas sugerem condições equivalentes da ação dessas glândulas na dissipação de calor dos ovinos do presente trabalho, visto que os animais já estão bem adaptados às condições a que foram submetidos. Isso certamente ocorre devido aos efeitos das condições climáticas sobre os animais desde o seu local de origem e criação (JENKINSON, 1969).

Sobre a profundidade das glândulas sudoríparas, nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos genéticos ($p > 0,05$) (tabela 2), mostrando que este parâmetro não teve mudanças entre os grupos e independente de suas características. No entanto, a época do ano pode exercer influência sobre a localização dessas estruturas, como uma menor profundidade no verão devido ao aumento na atividade das glândulas (FERREIRA et al., 2009).

Mugale e Bhosle (2002), estudando a profundidade das glândulas sudoríparas em bovinos, relataram uma localização mais superficial durante a estação do verão e atribuíram esse achado a maior atividade glandular nessa estação, indicando maior perda evaporativa nesse período. Isso mostra a influência das condições climáticas sobre profundidade dessas glândulas, que pode variar de acordo com a estação do ano, e de acordo com as necessidades de dissipação de calor dos animais.

Em relação a mensuração do tamanho das glândulas sudoríparas (TGS μm^2), ainda na tabela 2, houve diferença significativa, destacando a raça Morada Nova, que apresentou maior tamanho das glândulas em relação aos outros grupos genéticos em estudo. O aumento do tamanho glandular e redução na altura do epitélio são indicativos de melhor resistência ao calor devido uma maior produção de suor para perder calor por evaporação cutânea (NASCIMENTO et al., 2015).

Tabela 02. Médias das quantidades de folículos pilosos (NFP), Glândulas sudoríparas (NGS), profundidade (PGS) e tamanho de Glândulas sudoríparas (TGS) de ovinos Morada Nova, Somalis e $\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis.

Raças	NFP	NGS	PGS (μm)	TGS (μm^2)
Morada Nova	65,03	28,22	74,56	309,29 A
Somalis	66,06	30,15	74,22	226,09 B
$\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis	69,25	29,72	73,17	193,02 C
CV %	10,625	13,649	5,917	10,387

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Pan (1963) afirma que animais de ambientes temperados, com temperaturas baixas por longos períodos, tendem a apresentar menor densidade glandular com as glândulas menores e enveladas. Entretanto, estudando as características tegumentares de bovinos nas estações de verão e inverno, Ferreira et al. (2009) observaram que as glândulas sudoríparas apresentaram-se menores na época do verão.

A pele está sujeita a modificações estruturais no decorrer da idade dos animais e dependem de componentes tissulares que são influenciados principalmente pelo estado nutricional e a exposição à radiação solar (DAL MONTE et al., 2005). O menor tamanho de glândulas sudoríparas indica que

houve seu pico funcional, e à medida que diminui a necessidade de perder calor pela sudorese, ocorre aumento de tamanho.

A exposição à radiação solar presente na região semiárida por longos períodos, reflete diretamente nos animais, podendo ocorrer alterações morfológicas características de processos adaptativos. Os resultados do presente trabalho evidenciam mudanças que ocorrem possivelmente em função da adaptação dos ovinos, principalmente da raça Morada Nova que obteve maior tamanho glandular.

Na tabela 3 estão os resultados referentes à espessura de epiderme e derme. Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos. A Epiderme e Derme são parte da estrutura da pele onde são encontradas as glândulas sudoríparas, sebáceas e os folículos pilosos (BAL, 1996).

Tabela 3. Médias da espessura de epiderme (EPI) e derme (DER) de ovinos Morada Nova, Somalis e $\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis.

Raças	EPI (μm)	DER (μm)
Morada Nova	2,69	63,02
Somalis	2,63	62,93
$\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis	2,79	63,61
CV %	7,395	6,324

Médias não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Estudando espessura da pele em caprinos de diferentes idades, Dal Monte et al. (2005) encontrou diferença proporcional a idade, onde os animais mais jovens (180 dias) apresentaram maior espessura em relação aos mais velhos (315 dias), mas não houve diferença significativa na espessura entre as regiões corporais estudadas. De acordo com Dukes e Swanson (1996) as estruturas da pele sofrem influência da raça, idade e sexo, podendo variar nas diferentes espécies segundo a região do corpo.

As características de pelame e epiderme, associadas a reações como sudorese e aumento da frequência respiratória são atividades termorreguladoras que junto com respostas endócrinas, hematológicas e bioquímicas, podem ser indicadores de adaptabilidade animal ao ambiente

(FAÇANHA et al., 2013). Pois esses fatores interferem de forma expressiva na homeostase dos animais.

A capacidade termorreguladora em um ambiente quente e seco, pode se tornar limitada, visto que na medida em que ocorre aumento da temperatura corporal, aumenta a perda de calor por evaporação cutânea (sudorese) e respiratória (através do ofego). Por isso, é importante que haja uma reposição hídrica adequada, para evitar processos fisiológicos desfavoráveis à sobrevivência dos animais em situações de estresse por calor.

CONCLUSÕES

As estruturas mensuradas e quantificadas indicam que os três grupos genéticos possuem características de tegumento favoráveis à sobrevivência e adaptação ao clima.

A raça Morada Nova apresenta o tamanho das glândulas sudoríparas maiores que as dos demais grupos genéticos estudados.

As raças nativas são bem adaptadas ao clima quente presente na região semiárida e o conjunto de características genéticas, incluindo as estruturas do tegumento, devem ser utilizados como embasamento para a seleção de animais cada vez mais adaptados a região semiárida.

REFERÊNCIAS

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical. **Arquivos de Zootecnia**, vol.59, n.228, p.605-608, 2010.

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

BAL, H.S. Pele. In: Dukes. **Fisiologia dos Animais Domésticos**, (Ed. Swenson, H.J.) Rio de Janeiro, RJ: Ed: Guanabara Koogan Capítulo 33. p.561-570. 1996.

BRASIL, Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF: Embrapa-SPI. 1992.

DAL MONTE, M. A. B. L.; COSTA, R. G.; GROTTA, M.; et al. Avaliação histológica de peles de caprinos em idades diferenciadas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Brasil, v. 42, n. 1, pag. 12-18, ISSN 1678-4456. fevereiro. 2005. Disponível em: <<http://revistas.usp.br/bjvras/article/view/26448/28231>>. Acesso em: 2 de janeiro de 2017.

DELLMANN, H.D.; BROWN, E.M. **Histologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan p.397, 1982.

DUKES, H.H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 856p, 1996.

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

FACÓ, O.; PAIVA, S.R.; ALVES, L.R.N.; Raça Morada Nova: origem, características e perspectivas - Sobral: **Embrapa Caprinos**, pág.43. 2008. - (Documentos / Embrapa Caprinos, ISSN 1676-7659; 75). Disponível em: www.cnpc.embrapa.br/admin/pdf/04315001201211.doc75.pdf. Acesso em: 12 de março de 2017.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, A. U.; et al. Taxa de sudção e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia.**, v.61,n.4, p.763-768, 2009.

GUNDERSEN, H. J. G.; BAGGER, P.; BANDTSEN, T. F.; *et al.* Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. **APMIS**, 96, p.379–394, 1988.

JENKINSON, A. F.; Estimation of maximum floods. **World Meteorological Organization**, Geneva, Switzerland Tech. Note 98, Ch. 5, p.183–257, 1969.

MÁRIO, M. V. B. R.; GERTRUDES M. O.; ANDREA C. A.; et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB v.17, n.12, p.1355–1360, 2013.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, vol.43, p.121–126, 2011.

MUGALE, R. R.; BHOSLE, N. S.; Effect of age, sex and season on the sweat gland density and depth in deoni cattle. **Indian Veterinary Journal**, 79:157-159. 2002.

NASCIMENTO, M. R. B. M.; DIAS, A. D.; SANTOS, T. R.; et al. Effects of age on histological parameters of the sweat glands of Nellore cattle. **Revista Ceres**. Viçosa. v. 62, n. 2, p. 129 132, Abril. 2015.

PAN, Y. S. Quantitative and morphological variation of sweat glands, skin thickness, and skin shrinkage over various body regions of Sahiwal, Zebu and Jersey cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.14, p. 424–437, 1963.

SILVA, A. L.; SANTANA, M. L. A.; SOUSA P. H. A. A.; et al. Avaliação das variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology** v.3, n.2, p.69-72 2015.

SILVA, R.G.; **Introdução a Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, p. 286, 2000.

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

SOUZA, B. B.; BENÍCIO, A.W.A.; BENÍCIO, T.M.A; Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**. volume.3, N.2, Pág.42-50, 2015.

SOUZA B. B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. **Farmpoint**. Disponível em: <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos> – Acesso em 30/06/2017. 2010.

SOUZA, B. B.; OLIVEIRA, G. J. C.; BATISTA, N. L. Conforto térmico: influência da cor da pelagem sobre o processo de termorregulação em ovinos. **Farmpoint**. 2012. Disponível em: <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamentoanimal/conforto-termico-influencia-da-cor-da-pelagem-sobre-oprocesso-de-termorregulacao-em-ovinos>. Acesso em 05 de janeiro de 2017.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS. SAS/TAT 9.3. User's guide. Cary, NC: **SAS Institute** Inc. 8621p, 2011.

CAPÍTULO II

Avaliação da adaptação de diferentes grupos genéticos de ovinos deslanados no semiárido brasileiro

Avaliação da adaptação de diferentes grupos genéticos de ovinos deslançados no semiárido brasileiro

Resumo: Objetivou-se com esse trabalho avaliar a capacidade adaptativa de ovinos das raças Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis, através do teste de tolerância. Foram utilizados 30 ovinos, sendo 10 de cada grupo genético (Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis) todos machos não castrados, com 150 dias de idade, peso vivo entre 21,15 e 22,75 kg, submetidos a confinamento, distribuídos em baias individuais de 1m². Foi fornecida uma dieta nas proporções de 60% volumoso e 40% concentrado. O índice de tolerância ao calor dos animais foi estimado pelos testes de Baccari Júnior e de Benezra, no espaço de três dias ensolarados consecutivos, sendo mensurados os parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR). As médias das temperaturas retais obtidas antes do estresse (TR1) e após o estresse (TR3) foram aplicadas na fórmula do Índice de Tolerância ao Calor (ITC). A temperatura superficial (TS) foi obtida através da câmara termográfica fluke ti25, calculando a temperatura média do tronco, pescoço e cabeça antes e após o estresse calórico. Todos os grupos genéticos apresentaram índice de tolerância ao calor (ITC) elevado, não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$), assim como a temperatura retal (TR) também não diferiu entre os tratamentos. A análise de variância revelou diferença significativa ($p < 0,05$) para frequência respiratória entre as três condições ambientais, relatando a maior FR logo após o estresse calórico. Houve diferença estatística ($P < 0,05$) para temperatura superficial após estresse calórico, frequência respiratória e coeficiente de tolerância ao calor (CTC), mostrando os menores valores para o grupo Morada Nova. Os três grupos genéticos apresentam excelente grau de adaptação ao ambiente estudado e o grupo Morada Nova apresentou-se mais adaptado às condições ambientais do semiárido em relação aos outros animais.

Palavras chave: estresse calórico, termorregulação, adaptabilidade.

Evaluation of the adaptation of different genetic groups of sheep in the Brazilian semi-arid region

Abstract: The adaptive capacity of sheep of the Somalis, Morada Nova and ½ Doper + ½ Somalis breeds through the tolerance test. 30 sheep were used, 10 of each breed, all uncastrated male, 150 days old, live weight average 21.95 ± 0.80 kg, submitted to a confinement system, distributed in individual stalls of 1 m². The diet provided was 60% bulky and 40% concentrated. The heat tolerance index of the animals was estimated by the Baccari Junior and Benezra tests within three consecutive sunny days, and the physiological parameters were measured: rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR). The means of the rectal temperatures obtained before the stress (RT1) and after the stress (RT3) are applied in the formula of the Heat Tolerance Index (ITC). A superficial temperature (ST) was obtained through the thermographic camera fluke ti25, calculating a mean temperature of the trunk, neck and head before and after caloric stress. All genetic groups presented a high heat tolerance index (HTI), not statistically different ($P > 0.05$), nor did a rectal temperature (RT) also differ between treatments. The analysis of variance revealed a significant difference ($P < 0.05$) for respiratory rate between three environmental conditions, reporting the highest RR immediately after caloric stress. There was a statistical difference ($P < 0.05$) for surface temperature after caloric stress, respiratory rate and heat tolerance coefficient (HTC), showing the lowest values for the Morada Nova group. The three groups showed an excellent degree of adaptation to the studied environment and the Morada Nova group was more adapted to the environmental conditions of the semi-arid region in relation to other groups.

Key words:, caloric stress, thermoregulation, adaptability.

INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes é disseminada por praticamente todos os continentes e está ligada diretamente a capacidade desses animais se adaptarem a diversas condições ambientais. O Brasil possui um rebanho de 18.410.551 ovinos ao longo de todo território do país, com sua maioria concentrados nas regiões Nordeste e Sul de acordo com dados de 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

As características climáticas da região Nordeste fazem com que os animais sofram queda de desempenho em vários aspectos produtivos. Principalmente devido a grande exposição às altas temperaturas com forte radiação solar, levando a necessidade de ativar mecanismos fisiológicos para dissipação de calor.

É de grande importância a seleção de animais adaptados que possam produzir e reproduzir-se de forma efetiva no semiárido, tendo em vista as condições climáticas características dessa região. Para isso, o conhecimento dos parâmetros fisiológicos e adaptativos dos ovinos se tornam essenciais na seleção desses animais. De acordo com Souza Júnior et al. (2008) a eficiência produtiva depende do conforto térmico, pois em tal situação não haveria a necessidade de direcionar sua energia para acionar os mecanismos termorreguladores para dissipação de calor.

Existem fatores que interferem de forma negativa nos processos produtivos, o clima, por exemplo, através da radiação solar, umidade relativa e temperatura do ar, podem alterar os parâmetros fisiológicos desses animais. A frequência respiratória, batimentos cardíacos e temperatura retal são os parâmetros utilizados para avaliar a capacidade de adaptação dos animais ao ambiente (SILVA et al., 2010).

O estudo das variáveis climatológicas juntamente com as respostas fisiológicas dos animais no ambiente em que são criados contribui de forma significativa para adequação do manejo e seleção de raças melhor adaptadas. Sabendo da representatividade social e econômica da ovinocultura para a região semiárida brasileira torna-se essencial o estudo da susceptibilidade destes às condições de estresse ao calor (SILVA et al, 2015).

Assim, para avaliar a adaptabilidade dos animais ao ambiente em que são criados, estão sendo cada vez mais utilizados os testes de tolerância ao calor.

Pois o estudo da eficiência em dissipação de calor é uma das melhores formas de avaliar a capacidade fisiológica dos animais no que diz respeito à tolerância ao calor, o que pode variar entre espécies, raças e indivíduos (SOUZA et al., 2008).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a capacidade adaptativa de ovinos das raças Somalis, Morada Nova e ½ Doper + ½ Somalis, através do teste de tolerância ao calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e manejo experimental

O experimento foi realizado no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Patos – PB, região semiárida nordestina, apresentando um clima semiárido quente (BSH), segundo a classificação de Köppen (BRASIL, 1992). Foram utilizados 30 ovinos, sendo 10 da raça Somalis, 10 da raça Morada Nova e 10 mestiços ½ Doper + ½ Somalis, todos machos não castrados, totalizando três tratamentos (grupos genéticos) com dez repetições cada.

Anteriormente a realização do experimento, o trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CSTR/UFCG) com N^o de protocolo 088/2016. Os três grupos genéticos foram previamente tratados com anti-helmíntico e vacinados contra clostridioses. Os animais foram selecionados com aproximadamente 150 dias de idade, peso vivo médio entre 21,15 e 22,75 kg, submetidos a confinamento (figura 1), distribuídos em baias individuais de 1m². Foi fornecida uma dieta a base de feno de tifton e jitirana (volumoso); milho, soja, calcário, fosfato e sal mineral (concentrado) nas proporções de 60% e 40% respectivamente.



Fonte: arquivo pessoal
Figura 1 - ovinos em confinamento

Dados ambientais

Foram registrados os dados ambientais nos horários de maior incidência de radiação solar entre 12:00 e 16:00 horas durante todo o período experimental. Foi usado um datalogger modelo HOBO® com dois canais externos e dois internos, sendo o canal externo utilizado para acoplar um cabo termopar com globo para efetuar as medições da temperatura de globo negro a sombra (Antes do estresse) e ao sol (Durante o estresse). Foram obtidas a temperatura do ar (TA) máxima (T_{máx}) e mínima (T_{min}), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e de ponto de orvalho (T_{po}) e com esses dados calculou-se o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, utilizando-se a fórmula: $ITGU = TGN + 0,36(T_{po}) + 41,5$ (BUFFINGTON et al., 1981).

Testes de tolerância ao calor e parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR). A TR foi mensurada através de um termômetro veterinário digital, e a FR foi obtida mediante a auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica. Para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), foi utilizado o teste de Benezra, modificado, segundo Muller (1989), com a seguinte fórmula: $CTC = (TR/39,1 + FR/19)$.

O índice de tolerância ao calor dos animais foi estimado pelo teste de Baccari Júnior (1986), no espaço de três dias ensolarados. Para a execução do teste, foi realizada a primeira mensuração da temperatura retal (TR1) e da frequência respiratória (FR1) às 14 horas com todos os animais na sombra. Em seguida, os animais foram expostos ao sol (figura 2), permanecendo contidos nesse ambiente por uma hora, no horário de máxima incidência dos raios solares. Após esse período ao sol, às 15 horas, novamente mensurou-se as variáveis fisiológicas (TR2) e (FR2), posteriormente os ovinos foram submetidos à sombra por mais uma hora. Às 16hs foi realizada a terceira e última mensuração (TR3) e (FR3).



Fonte: arquivo pessoal

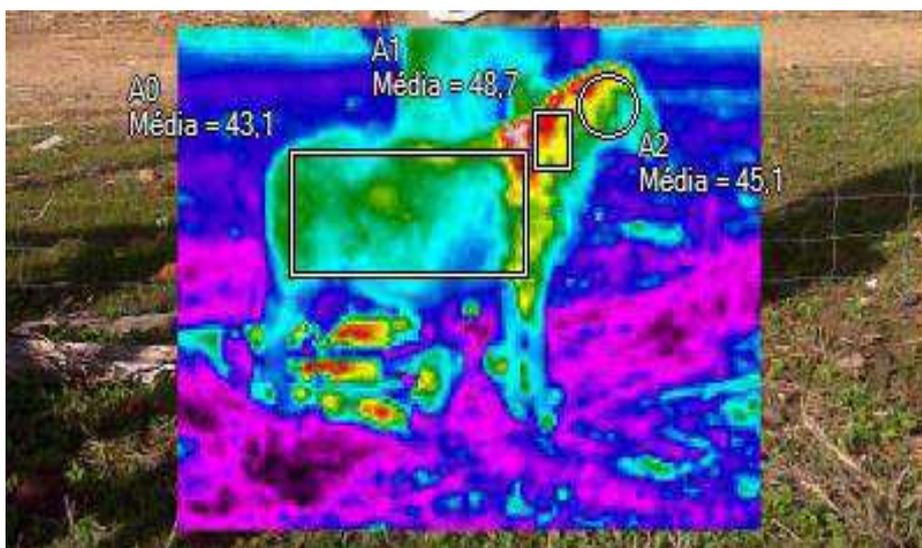
Figura 2 - ovinos expostos à radiação solar direta

As médias das temperaturas retais obtidas (TR1 e TR3) foram aplicadas na fórmula do Índice de Tolerância ao Calor, $ITC = 10 - (TR3 - TR1)$, no qual é determinado o grau de adaptação dos animais pela diferença entre temperaturas, as quais, quanto mais próximo o resultado dessa diferença for de 10, maior capacidade do animal em dissipar o calor.

Análise termográfica

A temperatura superficial (TS) de cada animal foi obtida através de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25), quando os animais permaneceram imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, evitando causar possível estresse nos mesmos.

Foram realizadas imagens do lado direito de cada animal (figura 3) dos diferentes grupos genéticos, sendo uma imagem em condições de repouso na sombra (antes do estresse), e outra após serem submetidos à radiação solar direta por uma hora (após o estresse). Posteriormente os termogramas foram analisados pelo *software Smartview* versão 3.15, através do qual foram obtidas temperaturas médias de três regiões abrangendo a maior parte do corpo do animal (cabeça, pescoço e tronco), para obter a temperatura superficial, considerando-se a emissividade de 0,98.



Fonte: arquivo pessoal

Figura 3 – Termografia de infravermelho em ovinos

A análise de variância foi realizada por intermédio do programa estatístico SAS 9.3 (2011) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis Ambientais

Os valores médios das variáveis ambientais obtidos durante os testes de tolerância ao calor, independente das condições analisadas os valores da TA, UR, Tpo, Tmáx e Tmin se mantiveram aproximados (tabela 1). Apenas os valores de TGN e ITGU apresentaram valores distantes quando comparados com as condições antes do estresse calórico (sombra) e após o estresse calórico (sol).

Os valores de ITGU encontrados na sombra e no sol foram 82,85 e 98,28 respectivamente (tabela 1), o que revela o alto estresse térmico a esses animais proporcionado pelo ambiente, visto que valores de ITGU de 82,4 no período da tarde aumentaram FR (96,47 mov./min.) e TR (40°C) em estudo feito por Cezar et al. (2004) em ovinos de diferentes genótipos, indicando que os animais estavam em situação de desconforto térmico.

Tabela 1 - Média das variáveis ambientais obtidas durante o experimento

Variáveis ambientais	Antes do estresse calórico (Sombra)	Após estresse calórico (Sol)
TA (°C)	32,5	32,9
UR (%)	53,7	51,8
TGN (°C)	33,4	48,9
Tpo (°C)	22,1	21,9
Tmáx (°C)	33,3	34,1
Tmin (°C)	31,2	33,5
ITGU	83,55	98,30

Mario et al (2013) observaram valor de ITGU máximo de 94,8 no local de criação extensiva dos ovinos. O que demonstra uma situação em que os animais estiveram expostos a um ambiente de desconforto térmico.

Um indicativo de estresse médio-alto para ovinos pode ser relatado quando o valor de ITGU encontrado estiver igual a 83 (SOUZA, 2010). Assim pode-se considerar que o ITGU de 83,55 encontrado no ambiente de sombra deste experimento já estaria indicando uma situação de desconforto térmico para os animais.

Análise das imagens termográficas

Os resultados da temperatura superficial dos ovinos no ambiente de sombra (Antes do estresse) e sol (Após o estresse) mostram que houve interação significativa entre os fatores raças e condições de estresse (tabela 2). Apesar da condição antes do estresse não apresentar diferença ($p > 0,05$), os ovinos da raça Morada Nova quando avaliados após o estresse apresentaram a temperatura superficial menor, quando comparados com os outros grupos genéticos.

Tabela 02. Médias da temperatura superficial (TS), antes do estresse e após o estresse de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.

Raças	Antes do estresse	Após o estresse
Morada Nova	37,93 Ba	41,08 Ab
Somalis	37,95 Ba	43,94 Aa
½ Doper + ½ Somalis	37,84 Ba	44,05 Aa
CV %	2.4361	2.4361

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Em condições de altas temperaturas, manter a temperatura corporal na sua normalidade torna-se difícil devido a diminuição do gradiente térmico entre o animal e o meio (Silva, 2013). O que explica as imagens termográficas após o estresse, evidenciando a influência direta da radiação solar, temperatura do ar e umidade relativa sobre os animais, aumentando a TS em todos os grupos genéticos. As imagens feitas antes do estresse não revelaram aumento da TS devido a pouca incidência de radiação sobre os animais no ambiente de sombra.

Para a manutenção da homeotermia, os animais aumentam o fluxo sanguíneo superficial através de vasodilatação, o que ocasiona aumento na temperatura corporal (RIBEIRO et al, 2008). Com o uso da termografia de infravermelho, é possível avaliar pontos diferentes com valores de temperatura radiante para informações sobre os eventos fisiológicos dos animais (BOUZIDA et al., 2009). Sabendo que a superfície da pele transfere parte da energia na forma de calor, é de extrema relevância o uso da termografia, a fim de verificar as variações térmicas existentes.

A coloração considerada marrom ou vermelha dos ovinos Morada Nova poderia ser um fator prejudicial em termos de absorção de calor quando comparado com os somalis e os mestiços, tendo em vista a menor efetividade de reflexão dos raios solares em animais que tem o pelame escuro (MCMANUS et al., 2011). Porém os resultados encontrados apontam que a coloração escura do pescoço e cabeça, característica da raça Somalis, pode ter ocasionado uma maior absorção de calor em termos gerais, assim como a

pelagem parcialmente lanada dos mestiços pode ter dificultado a perda de calor na superfície da pele, explicando sua maior TS média após o estresse.

Por outro lado, a coloração dos ovinos Somalis e mestiços usados nesse experimento, tem seu lado positivo em termos de proteção dos tecidos moles contra os efeitos deletérios dos raios solares. Isso pode se enquadrar como uma das características de coloração que segundo Correa et al. (2013), podem ser usadas na separação de grupos genéticos de ovinos tolerantes ao calor de forma efetiva.

Variáveis fisiológicas

Na Tabela 03 estão os valores médios dos parâmetros fisiológicos dos animais em estudo. A análise de variância revelou diferença significativa ($p < 0,05$) para frequência respiratória dos animais em estudo entre as três condições de estresse calórico, em que a maior FR foi observada logo após o estresse calórico. Pois nas situações de calor extremo, os animais não conseguem perder calor pela forma sensível (através do gradiente de temperatura entre o animal e o ambiente) havendo aumento da perda de calor pela forma insensível (aumentando a frequência respiratória e da evaporação cutânea) (SOUZA et al., 2013).

As médias da temperatura retal e do coeficiente de tolerância ao calor diferiram entre as condições de estresse calórico, nas quais imediatamente após o estresse os animais apresentaram a TR e CTC mais elevados. A condição de uma hora após o estresse revelou uma diminuição nesses mesmos parâmetros, mostrando a capacidade dos animais em retornar a temperatura próxima da inicial (antes do estresse). Os valores médios do CTC, demonstram que os animais encontram-se adaptados às condições ambientais estudadas. Segundo Muller (1989), quanto mais próximo de 2 for o resultado do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), mais adaptado ao calor é o animal.

Tabela 03. Médias da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos animais.

Condições de estresse calórico	FR (mov/min)	TR (°C)	CTC
Antes do estresse	78,13 C	38,94 C	5,10 C

Logo após o estresse	153,82 A	39,65 A	9,11 A
Uma hora após o estresse	89,91 B	39,21 B	5,73 B
CV %	16,518	1,019	14,005

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. CV = coeficiente de variação.

De acordo com Cunningham (2004), os valores da TR em ovinos podem variar de 38,5 a 39,9 °C, dependendo dos fatores que interferem e causam variações na temperatura corporal, como: exercício, idade, estação do ano, sexo, raça, período do dia e digestão de alimentos. Observa-se assim, que os valores da TR permaneceram dentro dos limites para a espécie em todas as condições em que os animais foram submetidos.

Na Tabela 04 estão descritos os valores dos parâmetros fisiológicos, índice de tolerância ao calor (ITC) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) para os três grupos genéticos em estudo (Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis). Houve diferença ($p < 0,05$) para a FR e CTC da raça Morada Nova, mostrando um valor menor quando comparado aos outros animais. O CTC entre os grupos Somalis e os mestiços ½ Doper + ½ Somalis são aproximados, assim como o ITC, que não resultou em diferença ($p > 0,05$) entre os grupos. Ao analisar a TR, verificou-se que não houve diferenças entre os grupos, nem alterações fora da normalidade para a espécie.

Em um escala de 0 a 10, para ovinos, quanto mais próximo de 10 for o resultado do ITC, mais tolerante ao calor é o animal, assim como para o CTC, quanto mais próximo de 2, o animal também se mostra mais tolerante ao calor. Dessa forma pode-se inferir que o grupo Morada Nova se mostrou mais tolerante ao calor do que os outros animais, por apresentarem uma média de CTC mais próximo de 2 e médias de ITC mais próximos de 10.

Tabela 04. Médias da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e do índice de tolerância ao calor (ITC) de ovinos Morada Nova, Somalis e ½ Doper + ½ Somalis.

Raças	FR (mov/min)	TR (°C)	CTC	ITC
Morada Nova	93,1 B	39,18 A	5,94 B	9.70 A
Somalis	112,48 A	39,25 A	6,92 A	9.66 A

½ Doper + ½ Somalis	115,46 A	39,37 A	7,08 A	9.49 A
CV %	16,518	1,019	14,005	2,026

Médias seguidas de letras maiúscula nas colunas diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. CV = coeficiente de variação.

Os ovinos Somalis e os mestiços ½ Doper + ½ Somalis apresentaram maior FR após a exposição à radiação solar, demonstrando que, para retornar ao equilíbrio térmico foi necessária à ativação dos mecanismos de perda de calor na forma insensível (evaporação respiratória), devido aos mecanismos sensíveis de perder calor (radiação, condução e convecção) não serem eficientes nas condições estudadas.

Os resultados acima estão de acordo com os de Silva (2013), quando se afirma que a manutenção da temperatura corporal se dá pelas trocas de calor com o ambiente, onde em temperaturas amenas, a forma sensível atua na dissipação do calor devido ao elevado gradiente de temperatura entre o animal e o meio ambiente. Já em situações de estresse por calor, as evaporações, através do aumento da frequência respiratória e da taxa de sudorese na superfície da pele, tornam-se os principais mecanismos de perda de calor.

Roberto et al (2014) estudando gradientes térmicos de caprinos, observaram maior dissipação de calor na forma sensível no turno da manhã, pois o gradiente térmico entre a superfície corpórea e a temperatura do ar nesse período esteve maior. Ao contrário da tarde, período com a temperatura mais elevadas, onde o gradiente se encontra menor e conseqüentemente a perda de calor se dá através da evaporação cutânea e respiratória.

O estresse térmico em ruminantes pode ser quantificado pela quantidade de movimentos respiratórios por minuto. Uma frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov./min, caracterizam, respectivamente estresse baixo, médio-alto, alto. Acima de 200 mov./min, seria caracterizado estresse severo em ovinos (Silanikove, 2000). A respiração contínua e acelerada interfere desde a ingestão de alimentos até a ruminação, podendo acrescentar calor endógeno a partir da ação e atividade muscular desviando energia que poderia ser usada para aumentar o desempenho produtivo (Souza et al., 2010).

Assim, mesmo que haja adaptação dos animais às altas temperaturas, as respostas e mecanismos fisiológicos são essenciais para sobrevivência, mas podem vir a prejudicar os processos produtivos e reprodutivos quando usados

em demasia (KUMAR e DE, 2013). Por isso, é importante o conhecimento das características adaptativas dos animais ao ambiente onde vivem, junto aos diversos fatores que interferem nos sistemas de produção.

CONCLUSÕES

Os três grupos em estudo reagiram de forma positiva ao teste de tolerância ao calor, representando bom recurso genético que deve ser conservado e disseminado, uma vez que os animais apresentam excelente adaptação ao ambiente semiárido.

O grupo Morada Nova apresentou-se mais adaptada às condições ambientais do semiárido demonstrando ser uma alternativa adequada para os programas de cruzamento e melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

BACCARI JUNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, P. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: **Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia**, 23., 1986, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: . p. 316 SBZ, 1986.

BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.34, n.3, p.120-126, 2009.

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília, DF: Embrapa-SPI. 1992.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, Amsterdam, v.24, p.711-714, 1981.

CEZAR, M. F. Características de carcaça e adaptabilidade fisiológica de ovinos durante a fase de cria. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal da Paraíba. Areia PB, 88p. 2004.

CORREA, M. P. C.; DALLAGO, B. S. L.; PAIVA, S. R.; et al. Multivariate analysis of heat tolerance characteristics in Santa Inês and crossbred lambs in the Federal District of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, p. 1407-1414, 2013.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ªed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 454p. 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2015. Disponível em: <
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3939&z=p&o=27>>.
Acesso em: 02 de fevereiro de 2017.

KUMAR, D. & DE, K. Extreme climatic variables affecting male reproduction in sheep. In: SAHOO, A.; KUMAR, D.; NAQVI, S.M.K. (Eds). Climate resilient small ruminant production. **National Initiative on Climate Resilient Agriculture (NICRA), Central Sheep and Wool Research Institute**, Izatnagar, India. p. 1-106. 2013.

MÁRIO, M. V. B. R.; GERTRUDES M. O.; ANDREA C. A.; et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB v.17, n.12, p.1355–1360, 2013.

MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, vol.43, p.121–126, 2011.

MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 262p. 1989.

RIBEIRO, N.L.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A.N.; et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.614-623, 2008.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B.; FURTADO, D.A.; DELFINO, L.J.B.; Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal Animal Behavior Biometeorol** v.2, n.1, p.11-19. 2014.

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

SILVA, A. L.; SANTANA, M. L. A.; SOUSA P. H. A. A.; et al. Avaliação das variáveis fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology** v.3, n.2, p.69-72 2015.

SILVA E. M. N.; SOUZA B.B.; SOUZA O. B., SILVA G. A.; FREITAS M. M. S.; Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. **Revista Caatinga** 23:142-148, 2010.

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

SOUSA JUNIOR, S. C.; MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M.; et al. Características termorregulatórias de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

SOUZA B. B.; SILVA A.L.N.; PEREIRA FILHO, J. M.; BATISTA N. L. et al. Respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**.1:37-43p. 2013.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

SOUZA, B. B.; SOUZA, E. D.; CEZAR, M. F.; et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; NEGRÃO, J. A.; et al. 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.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS. SAS/TAT 9.3. User's guide. Cary, NC: **SAS Institute** Inc. 8621p, 2011.