



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 5
Raça Ovina Soinga no Semiárido Brasileiro

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

978-65-01-99704-9 | Acesso Aberto

CAPÍTULO 3

Respostas Fisiológicas e Hematológicas de Ovinos Soinga e Santa Inês Submetidos ao Estresse Térmico

**Physiological and Hematological Responses of Soinga and Santa Inês Sheep Subjected to
Heat Stress**

**Fábio Santos do Nascimento¹; Bonifácio Benício de Souza^{1*}; Antônio Fernando de Melo
Vaz¹; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Luanna Figueiredo Batista¹; Luiz Henrique de Souza
Rodrigues¹; Mirella Almeida da Silva¹; Antonio Leopoldino Neto¹; Nágela Maria Henrique
Mascarenhas¹; Antônio Néelson Lima da Costa²; José Valmir Feitosa²**

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, Brasil.

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), Ceará, Brasil.

*Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v5.c03.2026>

RESUMO

Objetivou-se avaliar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês, submetidos a diferentes dietas e ambientes térmicos, por meio de parâmetros fisiológicos e hematológicos. O experimento utilizou dietas com silagem de sorgo e concentrado (50:50 e 70:30). Foram registradas variáveis ambientais, como temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro,

e calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade. Avaliaram-se temperatura retal (TR), superficial (TS), frequência respiratória (FR), glicose sanguínea e parâmetros hematológicos. As coletas ocorreram às 13 h (antes do estresse térmico) e às 15 h (após o estresse), quinzenalmente. Empregou-se delineamento inteiramente casualizado em esquemas fatoriais. Os valores ambientais ultrapassaram os níveis ideais para ovinos. Observou-se interação significativa entre genótipos e ambiente para TR e TS, sendo o Santa Inês mais afetado pelo calor das 15 h ($P<0,05$), com maiores TR e TS. O Soinga apresentou menores médias de TS, TR, FR e níveis de glicose, indicando melhor adaptação ao estresse térmico. A dieta 50:50 resultou em maior glicemia ($P<0,05$). As proteínas plasmáticas totais variaram entre genótipos, dietas e épocas. O Santa Inês apresentou maior concentração de PPT e leucócitos ($P<0,05$). Houve variações significativas nos constituintes eritrocitários e leucocitários entre os fatores avaliados. O genótipo Soinga demonstrou maior adaptabilidade às condições do semiárido, mantendo a maioria dos parâmetros dentro dos padrões fisiológicos, exceto a FR, que foi elevada em todos os grupos.

Palavras-chave: Ambiente térmico; Fisiologia animal; Hematologia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the adaptive capacity of Soinga and Santa Inês genotypes under different diets and thermal environments, using physiological and hematological parameters. Lambs were fed diets based on sorghum silage and concentrate (50:50 and 70:30 ratios). Environmental variables such as ambient temperature, relative humidity, and black globe temperature were recorded, and the black globe humidity index was calculated. Rectal temperature (RT), surface temperature (ST), respiratory rate (RR), blood glucose levels, and hematological parameters were assessed. Measurements were taken at 1:00 p.m. (pre-stress) and 3:00 p.m. (post-stress) every 15 days. A completely randomized factorial design was used. Environmental conditions exceeded ideal thresholds for sheep. There was a significant interaction between genotypes and environment for RT and ST, with Santa Inês showing higher RT and ST under the 3:00 p.m. heat stress ($P<0.05$). Soinga had lower mean ST, RT, RR, and glucose levels, indicating better thermal stress adaptation. The 50:50 diet resulted in higher glycemia ($P<0.05$). Total plasma protein (TPP) levels varied by genotype, diet, and time. Santa Inês showed higher TPP and leukocyte levels ($P<0.05$). Significant differences were found in erythrocyte and leukocyte counts

among evaluated factors. Soinga genotype showed greater adaptability to semi-arid conditions, maintaining most physiological parameters within normal ranges, except for RR, which was elevated across all groups.

Keywords: Thermal environment; Animal physiology; Hematology.

INTRODUÇÃO

A produção animal é uma das atividades mais importantes do Semiárido brasileiro, com destaque para os ovinos. A produção de carne desses animais é de fundamental importância para o desenvolvimento socioeconômico da região, devido a capacidade adaptativa dessa espécie às condições climáticas do Semiárido (BORGES et al., 2016).

Nos últimos anos, a condição ambiental mundial tem ganhado destaque, frente às diversas mudanças climáticas ocorridas. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao bem-estar e a adaptabilidade dos animais aos climas tropicais são devidamente importantes para sustentabilidade da produção animal nos trópicos (ROBERTO et al., 2014).

O animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente, assim os elementos do clima agem sobre o organismo animal, mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite. Variações na temperatura ambiente resultam na ativação do sistema termorregulatório afetando o metabolismo energético e consumo de alimentos interferindo no desempenho produtivo. (BATISTA et al., 2015).

Para avaliar a tolerância e adaptação dos animais a frequência respiratória e temperatura corporal são os principais parâmetros mensurados (ABI SAAB e SLEIMAN, 1995). Outras reações do organismo para a manutenção da homeotermia tem sido observada, como a alteração do fluxo sanguíneo, para favorecer a dissipação de calor interno, alteração nos parâmetros hematológicos e bioquímicos (PEREIRA et al. 2008).

Avaliar o grau de adaptabilidade dos animais no ambiente em que estão inseridos, possibilita identificar animais com maior capacidade adaptativa e na preservação desses recursos genéticos para produção sustentável nas regiões semiáridas. Portanto, objetivou-se avaliar e comparar a capacidade adaptativa dos genótipos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico, por meio dos parâmetros fisiológicos e hematológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e clima

O trabalho foi desenvolvido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Patos, PB, Brasil. A região se localiza a uma latitude 07° 05' 28" S, longitude 37° 16' 48" W, altitude de 250 m e apresenta um clima Bsh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (Brasil, 1992).

2.2 Parecer do comitê de ética

Os procedimentos utilizados tiveram parecer consubstanciado orientado pelo regulamento interno do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão de Ética no Uso de Animais (C E P/CEUA) da UFCG/CSTR e foi aprovado sob o protocolo nº 55-2017, estando à luz das normas e regulamentos vigentes no país atendidas as especificações para a pesquisa científica com animais.

2.3 Animais e procedimento experimental

O experimento foi conduzido em cordeiros dos genótipos Soinga e Santa Inês. O Soinga é resultado do cruzamento entre as raças Bergamacia, Morada Nova Branca e Somalis Brasileiro e o Santa Inês das raças Bergamacia, Morada Nova, Somalis e ovinos sem raça definida (SRD). Os dois genótipos foram originados na região Nordeste do Brasil sobre as condições climáticas de semiárido.

Os animais foram divididos em dois grupos com 12 cordeiros de cada genótipo com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de $20,00 \pm 3,00$ kg. Todos os animais receberam tratamento anti-helmíntico e vacinação contra clostridioses antes do início do

experimento. Posteriormente tiveram 15 de adaptação ao manejo experimental e 45 dias de coleta de dados, totalizando 60 dias entre os meses de setembro a dezembro de 2017.

O experimento foi conduzido em sistema de confinamento mantendo os animais alojados individualmente em baias de madeira com piso ripado medindo 1,0 m², contendo comedouro e bebedouro. As baias eram dispostas em galpão de alvenaria localizado na posição Leste – Oeste, coberto com telhas de fibrocimento a uma altura de 2,25 m do piso das baias.

As dietas experimentais foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído, núcleo mineral, calcário calcítico e cloreto de sódio nas relações volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) Tabela 1. Ambas formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia. O arração foi duas vezes ao dia, às 08 e 16 h de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*.

Tabela 1. Composição dos ingredientes e nutrientes das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) utilizadas durante o período experimental.

Ingredientes	% de matéria seca	
	V:C (50:50)	V:C (70:30)
Silagem de sorgo	50,00	70,00
Milho triturado	25,10	5,03
Farelo de soja	23,10	24,67
Núcleo mineral ^a	1,00	0,20
Calcário calcítico	0,30	0,10
NaCl ^b	0,50	0,00
Composição calculada		
Proteína bruta (PB)	16,44	16,44
Extrato etéreo (EE)	5,08	5,17
Fibra em detergente neutro (FDN)	36,29	45,76
Fibra em detergente ácido (FDA)	23,39	30,59
Nutrientes digestíveis totais (NDT)	67,28	62,28

^aNúcleo mineral: concentração por quilograma – 149,2 g de Ca, 80,0 g de P, 10,0 g de Mg, 139,0 de Na, 85,0 mg de Co, 12,0 mg de S, 1.300,0 mg de Fe, 100,0 mg de I, 1.000,0 mg de Mn, 140,0 mg K, 2500,0 mg de Zn e 800,0 mg de F.

^bNaCl: Cloreto de sódio

As amostras dos alimentos utilizados para compor as dietas experimentais foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, durante 72 h. Posteriormente, todos os alimentos foram processados em moinho de facas tipo Wiley (Tecnal®, Piracicaba, BR), utilizando-se peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca (Método 967.03 - AOAC, 1990),

proteína bruta (Método 981.10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (Método 920.29 - AOAC, 1990). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método de Van Soest et al. (1991). Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos foram utilizadas as equações do NRC (2007).

2.4 Variáveis ambientais

Durante o período experimental, a temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %) e temperatura de globo negro (TGN, °C) foram registradas a cada hora por meio de um data logger (HOBO® U12-013, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA) acoplado a dois globos negro, um instalado dentro do galpão e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. A leitura das variáveis ambientais registradas no data logger e a determinação da temperatura do ponto de orvalho (°C) foram realizadas pelo software (HOBOWare® versão 3.7.13, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EUA). Com dados das variáveis ambientais, calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, conforme proposto por Buffington et al. (1981), através da fórmula: $ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$ onde: T_{gn} é a temperatura do globo negro (°C) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

2.5 Parâmetros fisiológicos e temperatura superficial

A frequência respiratória (FR, mov m^{-1}), temperatura retal (TR, °C) e temperatura superficial (TS, °C), foram mensuradas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias e os resultados das mensurações foram apresentados como médias.

A FR foi obtida por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio (Premium, Ningbo Yinzhou Wuhai Medical Instruments Factory, CN) posicionado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos, posteriormente o valor obtido foi multiplicado por quatro e registrado o número de movimentos respiratórios por minuto.

A mensuração da TR foi realizada por meio do termômetro clínico digital com escala de 32 a 42,9 °C, (TH 150, G-TECH, Hangzhou Sejoy Eletronics &. Instruments Co. Ltd., Honagzhou, CN) introduzido no reto do animal, permanecendo em contato com a mucosa até sinalização sonora indicando a estabilização da temperatura.

Para determinar a TS média, foram realizadas imagens do lado direito de cada animal através da câmera termográfica de infravermelho (Fluke® Ti 25, Fluke Corporation, Washington, EUA) considerando-se emissividade de 0,98 e os termogramas obtidos foram analisados pelo software (SmartView® versão 3.1, Fluke Corporation, Washington, EUA).

2.6 Avaliação dos níveis de glicose sanguínea

As coletas de sangue foram realizadas às 13 h com todos os animais na sombra (antes do estresse) e às 15 h após uma hora de exposição à radiação solar direta (imediatamente após o estresse). Esse procedimento foi realizado três vezes durante o período experimental com intervalo de 15 dias.

As amostras de sangue de todos os animais foram coletadas por punção na jugular, mediante a utilização de seringa descartável, o sangue foi colocado em tubos de vidro contendo fluoreto de sódio. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto e o plasma colocado em tubos “Ependorf” e guardado em freezer a – 20°C. A análise de glicose, foi realizada com kit comercial (Glicose LiquiformVet - Labtest), que utiliza método enzimático colorimétrico cinético, com leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Bioplus 2000), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB. Os valores determinados foram expressos em mg/dL.

2.7 Parâmetros hematológicos

As coletas de sangue foram realizadas em três épocas do período experimental (primeira semana, quarta semana e sexta semana). As amostras de sangue foram coletadas por punção na veia jugular por meio de tubos a vácuo com etileno diaminotetracetato de Potássio (EDTA) a 10%. Os mesmos, foram mantidos em isopor com gelo e foram encaminhados ao Laboratório de Análises

Clínicas Veterinárias, na cidade de Patos - PB. O hemograma foi realizado pelo método automatizado (SDH-3-vet LabTest) através da avaliação do volume corpuscular média, a hemoglobina corpuscular média, a concentração hemoglobina corpuscular média, hematócrito, o número total de hemácias e leucócitos.

Com o sangue “in natura” foram distendidos dois esfregaços sanguíneos destinados à contagem diferencial de leucócitos. Esses esfregaços, após secarem, foram corados utilizando-se corante rápido do tipo Romanowsky (Panótico rápido – LABORCLIN® LTDA, Pinhais, Paraná, Brasil), segundo técnica padronizada para os animais por Viana et al. (2002). Em cada esfregaço sanguíneo foram diferenciados 100 leucócitos classificados e lidos em microscópio em aumento de 1000x, de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, em neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos. Os valores determinados foram eritrócitos ($10^6/\mu\text{L}$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%), volume corpuscular médio (VCM, fl), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM,%), leucócitos ($10^6/\text{mm}^3$), neutrófilos ($10^6/\text{mm}^3$), eosinófilos ($10^6/\text{mm}^3$), monócitos ($10^6/\text{mm}^3$) e linfócitos ($10^6/\text{mm}^3$).

2.8 Delineamento e análise estatística

Para análise da FR, TR, TS e dos níveis de glicose sanguínea, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dois horários de mensuração (13 e 15 h), repetido no tempo. Para análise dos parâmetros hematológicos foi utilizado um DIC com 6 repetições num esquema fatorial $2 \times 2 \times 3$ dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana). A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG - Versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007, Viçosa, MG, BR) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais TA e UR, bem como TGN e ITGU na sombra e no sol, observadas nos horários de registro dos parâmetros fisiológicos (13, 15 e 16 h) e a variação dessas variáveis obtidas durante o período experimental encontram-se na Figura 1.

A TA observada durante o período experimental foi superior a TA tida como crítica superior (30°C) da zona de conforto para ovinos, citada por Hahn (1985). No entanto, Neves et al. (2009), salientaram que a temperatura ambiente classificada como crítica é referente a ovinos tosquiados de regiões temperadas, para ovinos nativos deslançados como os da raça Santa Inês, espera-se que limite seja superior. Médias de TA acima deste limite de 30°C ocorreram em outros estudos (NEVES et al., 2009; LEITÃO et al., 2013; NOBRE et al., 2016).

As médias da UR ficaram abaixo do recomendado para ovinos. Segundo McDowell (1972), a UR ideal para ovinos, deve situar-se entre 60 e 70 %. Esta variável tem um papel fundamental na determinação do conforto térmico dos animais. Quando ocorre variação na UR em um ambiente de mesma temperatura, verificam-se sensações térmicas diferentes, onde o animal pode estar ou não em estresse térmico (Ferreira et al. 2004).

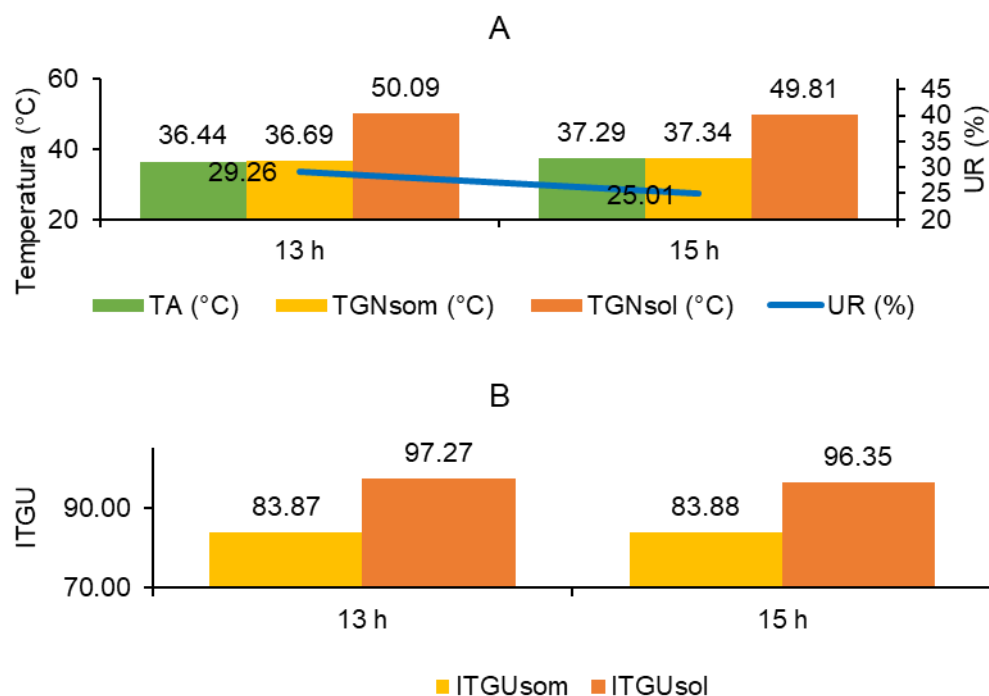


Fig. 1. Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente - TA, umidade relativa -UR, temperatura de globo negro na sombra - TGNsom e no sol – TGNsol (A) e índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra - ITGU som e no sol - ITGU sol (B) nos horários das (13 e 15h) durante o período experimental.

Percebe-se que a UR foi inversamente proporcional a TA, dessa forma, temperaturas elevadas com UR baixa pode ser favorável na dissipação de calor através das formas insensíveis. Entretanto, é necessário que os animais tenham água disponível para não ocorrer desidratação devido as perdas de líquido da termólise evaporativa.

A TGNsom apresentou-se equivalente a TA, tanto no horário das 13 h quantos no das 15h, já no sol, nos mesmos horários, apresentaram valores superiores, devido à influência da radiação solar direta, captada pelo globo negro.

Ocorreu pouca diferença nas médias de ITGUsom, em relação aos horários. Já para as médias de ITGUsol foi elevada nos dois horários. Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido, define que ITGU de 82.4 é considerado situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços.

Tomando por base o indicado pelos autores anteriormente citados, as variáveis ambientais registradas no presente estudo encontram-se fora dos limites de bem-estar para a espécie ovina. O mesmo pode ser observado para os valores de ITGU nos ambientes de sombra e sol, os quais foram superiores os relatados como situação de perigo térmico.

Os parâmetros fisiológicos TR e TS não apresentaram diferença estatística ($P>0,05$) em função da dieta. No entanto, houve interação dos genótipos com os ambientes em relação a TR e a TS Tabela 2. A TR no genótipo Soinga não apresentou efeito significativo ($P<0,05$) em relação aos ambientes antes do estresse e após o estresse às 13 e 15 h respectivamente. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ($P<0,05$) em função dos ambientes, observando-se uma maior TR imediatamente após o estresse às 15 h. Quando comparado os dois genótipos não houve diferença significativa ($P<0,05$) no ambiente antes do estresse às 13 h. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a TR do genótipo Soinga foi significativamente ($P<0,05$) menor que o genótipo Santa Inês.

A TS dos dois genótipos diferiu significativamente ($P<0,05$) nos dois ambientes, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h a TS foi mais alta ($P<0,05$) comparada a do ambiente antes do estresse às 13 h. Ao comparar os genótipos em cada ambiente houve efeito significativo ($P<0,05$) imediatamente após o estresse às 15 h, o genótipo Soinga apresentou menor TS em relação ao Santa Inês.

Tabela 2. Médias da temperatura retal (TR) e da temperatura superficial (TS) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Genótipos	Horários		CV ¹ (%)
	13 h	15 h	
Temperatura retal (°C)			
Soinga	39,2 ^{Ba}	39,5 ^{ABb}	0,7
Santa Inês	39,3 ^{Ba}	39,9 ^{Aa}	
Temperatura superficial (°C)			
Soinga	39,5 ^{Ba}	42,8 ^{Ab}	2,2
Santa Inês	39,6 ^{Ba}	46,1 ^{Aa}	

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha (P <0,05).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

No ambiente antes do estresse às 13 h, os genótipos não sofreram alterações na TR que evidenciasse estresse térmico, tendo em vista que o normal para a espécie se situa em 39,1°C Reece (2017), o mesmo autor caracteriza como valor crítico 39,9 °C. Dessa forma, no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a TR da raça Santa Inês atingiu o limite crítico, demonstrando que as condições ambientais exerceram maior efeito térmico sobre essa raça quando comparada com o genótipo Soinga.

Resultados semelhantes para ovinos da raça Santa Inês foram encontrados por Silva et al. (2015) nas condições climáticas do semiárido constataram temperatura retal de 39,9°C no período da tarde.

A TS dos dois genótipos foi estatisticamente mais elevada no ambiente imediatamente após o estresse às 15 h em decorrência das condições desse ambiente apresentar TA mais elevada e ITGU mais alto. Neste mesmo ambiente, a TS da raça Santa Inês ultrapassou a do genótipo Soinga, fato este, que pode ter ocorrido em função a maior absorção de calor devido pelagem escura do Santa Inês.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Batista et al. (2014) que observaram as mesmas variações de TS para ovinos de pelagem preta e branca nas condições climáticas do semiárido nos ambientes de sombra e sol. McManus et al. (2011) observaram a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos e relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

A cor do pelame é um aspecto importante no estudo das trocas de calor com o ambiente, exercendo efeito na adaptabilidade dos animais em regiões semiáridas. Mata et al. (2013) citam que termorregulação é um dos processos vitais realizados através do pelame.

As médias da (FR), e os níveis de glicose sanguínea, encontram-se na Tabela 3. A FR não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) para genótipos e dieta. No entanto, imediatamente após o estresse às 15 h a FR foi significativamente ($P<0,05$) maior em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h. Os níveis de glicose foram estatisticamente diferentes ($P<0,05$) em todos os fatores. O genótipo Soinga apresentou ($P<0,05$) menor níveis de glicose em relação ao Santa Inês, enquanto a dieta com relação volumoso concentrado 50:50 apresentou maior média glicolítica ($P<0,05$) em comparação a dieta 70:30. Antes do estresse às 13 h, foi observado ($P<0,05$) menor média de glicose sanguínea em relação ao ambiente imediatamente após o estresse às 15 h.

Tabela 3. Médias da frequência respiratória (FR) e níveis de glicose sanguínea dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e dos horários das 13 e 15 h correspondentes aos ambientes antes do estresse e imediatamente após o estresse, respectivamente, durante o período experimental.

Fatores	FR (mov min ⁻¹)	Níveis de glicose sanguínea (mg/dL)
Genótipos		
Soinga	116,7 ^a	64,6 ^b
Santa Inês	121,1 ^a	68,5 ^a
Dietas		
50:50	121,4 ^a	69,3 ^a
70:30	116,4 ^a	63,8 ^b
Horários		
13 h	107,5 ^b	63,2 ^b
15 h	159,4 ^a	69,8 ^a
CV ¹ (%)	22,8	8,6

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ($P < 0,05$).

¹CV = Coeficiente de variação.

A FR considerada normal para a espécie é de 16 a 34 mov min⁻¹ (Reece, 2017), de acordo com a faixa de normalidade, em todos os fatores avaliados, a FR esteve acima do preconizado para os ovinos. No ambiente imediatamente após o estresse às 15 h, a FR foi mais elevada 51,9 mov min⁻¹ em relação ao ambiente antes do estresse às 13 h.

Quando ocorre estresse térmico, a principal forma de perda de calor é a insensível, através do aumento na frequência respiratória, o que leva a um acréscimo do fluxo evaporativo das vias

aéreas, causando maior impacto na dissipação de calor dos ovinos em temperaturas acima dos 35°C (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

As trocas de calor entre os animais e o ambiente podem ocorrer de diversas formas, no entanto, quando as temperaturas estão muito elevadas, próximas ou acima da temperatura corporal as vias latentes ou evaporativas são mais utilizadas no processo de perda de calor (SILVA et al., 2015).

Os valores de referência para os níveis de glicose sanguínea em ovinos são de 50 a 80 mg/dL (González e Silva, 2006). Dessa forma, os valores mensurados no presente estudo mantiveram-se dentro da faixa normal para a espécie, mesmo diferindo estatisticamente em todos os fatores.

Mediante as diferenças estatísticas observadas pode-se dizer que os níveis de glicose podem variar em função do genótipo, da densidade energética da dieta e da condição de ambiente. Entretanto, os aumentos dentro da variação fisiológica são considerados pequenos para desencadear grandes alterações biológicas.

As proteínas plasmáticas totais (PPT) apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) em relação as épocas, na primeira semana a média 6,7 g/dL de PPT superou a média 6,4 g/dL da quarta semana, entretanto, na sexta semana a média 6,5 g/dL foi estatisticamente semelhante as médias anteriores.

Os valores médios de PPT da interação entre genótipos e dietas, encontram-se na Tabela 4. Em relação as dietas experimentais não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as PPT no genótipo Soinga, enquanto o Santa Inês apresentou maior média ($P < 0,05$) em função da dieta 50:50. Comparando os grupos genéticos em relação as dietas, houve diferença estatística ($P < 0,05$), para as médias de PPT unicamente na dieta 50:50. A média de PPT da raça Santa Inês superou ($P < 0,05$) a média do genótipo Soinga e ultrapassou o valor de referência para a espécie (Schalm's, 2000).

Tabela 4. Médias de Proteínas plasmáticas totais (PPT) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), durante o período experimental.

Genótipos	Dietas		CV ¹ (%)	Valores de referência
	50:50	70:30		
Proteínas plasmáticas totais (g/dL)				
Soinga	6,4 ^{Ab}	6,6 ^{Aa}	5,0	6,0-7,5
Santa Inês	7,7 ^{Aa}	6,4 ^{Ba}		

Letras maiúsculas diferentes (A, B) indicam diferença significativa na linha ($P < 0,05$).

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas ($P < 0,05$).

¹CV = Coeficiente de variação.

As proteínas são as substâncias orgânicas que sofrem alterações de importância clínica, principalmente nos processos inflamatórios, parasitários e metabólicos (THRALL, 2007). O aumento de PPT ocorre na desidratação, devido à perda de líquido e na estimulação da resposta imune, como no caso de vacinação, doenças autoimunes e inflamação crônica (CAMPELO, 2008). Dessa forma, o aumento das PPT na primeira semana pode ter ocorrido devido a administração de vermífugo e vacinação contra clostridiose no período de adaptação dos animais.

Trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês, do nascimento até 15 dias e de 1 a 2 meses vida, David et al. (2012) obtiveram médias de PPT na ordem de 5,83 g/dL e de 5,48 g/dL, respectivamente. Nesta mesma faixa etária, Ramos et al. (2018) encontraram valores de 6,8 g/dL e 6,3 g/dL, respectivamente, e relataram que as diferenças ocorridas podem ter sido influenciadas devido os manejos nutricional e sanitário, tendo em vista, que se tratava de animais da mesma raça e idade. Fato que justifica a diferença significativa entre os animais da raça Santa Inês e entre as diferentes relações de volumoso:concentrado do presente estudo.

As proteínas podem ser transportadoras de glicose na superfície das celas (MACHADO, 1998). Dessa forma, o maior aporte energético da dieta com relação volumoso:concentrado 50:50 e os maiores níveis de glicose observadas na raça Santa Inês, supõem-se que o aumento de PPT na mesma, foi para o transporte de glicose sanguínea circulante, fato esse que levou a diferença em relação ao Soinga. Bezerra et al. (2009) relatam que a raça, idade e manejo alimentar podem influenciar nos valores da proteína total.

Os valores eritrocitários encontram-se na Tabela 5. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as épocas em relação aos constituintes eritrocitários, hematócrito, HCM e CHCM. Na primeira semana os valores de eritrócitos e hematócrito foram superiores aos da quarta e sexta semana, ao passo que os valores de HCM e CHCM foram crescentes no decorrer das semanas.

No estresse por calor, ocorrem alterações no hematócrito, podendo ser justificado pelo acréscimo no número de eritrócitos (JAIN, 1993), o animal perde líquido por meio do aparelho respiratório o que contribui para a redução do volume plasmático sanguíneo aumento na concentração do hematócrito (SOUZA et. al., 2011).

De acordo com Swenson e Reece (1996), quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos através da oxiemoglobina, formada durante a passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares e combinação da hemoglobina com o oxigênio. Hashem,

(2014) relatou que aumento na CHCM pode ser explicado por uma diminuição no volume de plasma.

Tabela 5. Médias dos constituintes eritrocitários dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

Fatores	Constituintes eritrocitários					
	Eritrócitos (10 ⁶ /μL)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)	VCM ¹ (fl)	HCM ² (pg)	CHCM ³ (%)
Genótipo						
Soinga	9,7 ^a	9,9 ^a	28,3 ^a	29,3 ^a	10,3 ^a	35,1 ^a
Santa Inês	10,0 ^a	10,1 ^a	29,1 ^a	29,1 ^a	10,1 ^a	34,9 ^a
Dietas						
50:50	9,8 ^a	10,0 ^a	28,7 ^a	29,3 ^a	10,2 ^a	34,8 ^a
70:30	9,9 ^a	10,1 ^a	28,7 ^a	29,1 ^a	10,2 ^a	35,2 ^a
Épocas						
Primeira semana	10,3 ^a	10,1 ^a	29,8 ^a	29,1 ^a	9,9 ^b	34,0 ^b
Quarta semana	9,6 ^b	9,9 ^a	28,5 ^b	29,7 ^a	10,3 ^a	34,8 ^b
Sexta semana	9,6 ^b	10,1 ^a	27,9 ^b	28,9 ^a	10,4 ^a	36,9 ^a
Valores de referência	8-16	9-15	24-50	23-48	9-13	31-38
CV ⁴ (%)	8,1	7,7	5,1	5,1	4,0	4,6

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹VCM = volume corpuscular médio, ²HCM= hemoglobina corpuscular média, ³CHCMconcentração de hemoglobina corpuscular média e ⁴CV = Coeficiente de variação.

Os valores da contagem de leucócitos Tabela 6, mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie (SCHALM'S, 2000), com exceção dos valores de neutrófilos na primeira semana. Para os leucócitos houve diferença significativa entre os genótipos e linfócitos em relação as épocas. A raça Santa Inês apresentou valores de leucócitos superiores ao genótipo Soinga. A primeira semana apresentou valor inferior as demais semanas representando efeito significativo entre elas (P<0,05).

O estresse hipertérmico causa alterações nas concentrações de metabólitos intermediários como a hemoglobina e diminuição do volume plasmático causando aumento dos neutrófilos e decréscimo dos eosinófilos (BROUCEK et al., 2009). No entanto, estes parâmetros não apresentaram diferença significativa (P>0,05), mas observou-se uma relação condizente com os autores supracitados em relação as épocas.

As diferenças estatísticas (P<0,05) para eosinófilos em relação aos genótipos e para linfócitos em relação as épocas não ultrapassaram os valores de referência para estes parâmetros.

Parâmetros hematológicos, são influenciados em função de fatores como: idade, sexo, nutrição, condições climáticas e raça (GAMAET al., 2007; BEZERRA et al., 2008).

Tabela 6. Médias dos constituintes da contagem de leucócitos dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e das épocas de coleta (primeira semana, quarta semana e sexta semana), durante o período experimental.

Fatores	Constituintes da contagem de leucócitos				
	Leucócitos (10 ⁶ /mm ³)	Neutrófilos (10 ⁶ /mm ³)	Eosinófilos (10 ⁶ /mm ³)	Monócitos (10 ⁶ /mm ³)	Linfócitos (10 ⁶ /mm ³)
Genótipo					
Soinga	7085,0 ^b	47,3 ^a	2,2 ^a	1,1 ^a	49,4 ^a
Santa Inês	8570,0 ^a	49,7 ^a	2,2 ^a	1,0 ^a	47,0 ^a
Dietas					
50:50	8001,4 ^a	49,5 ^a	1,7 ^a	1,1 ^a	47,7 ^a
70:30	7653,6 ^a	47,4 ^a	2,8 ^a	1,0 ^a	48,7 ^a
Épocas					
Primeira semana	7758,7 ^a	51,6 ^a	3,2 ^a	1,1 ^a	44,1 ^b
Quarta semana	8315,8 ^a	46,9 ^a	1,8 ^a	1,0 ^a	50,2 ^a
Sexta semana	7407,9 ^a	47,0 ^a	1,7 ^a	1,1 ^a	50,3 ^a
Valores de referência	4000-12000	10-50	1-10	0-6	40-75
CV ¹ (%)	22,8	19,2	122,8	23,6	19,8

Letras minúsculas diferentes (a, b), indicam diferença significativa, para cada fator, nas colunas (P <0,05).

¹CV = Coeficiente de variação.

Modificações drásticas nos parâmetros sanguíneos podem causar desequilíbrios orgânicos, que representam a baixa eficiência de adaptação fisiológica, o que os torna indicadores homeostáticos (BROUCEK et al.,2009). No entanto, os resultados do presente trabalho encontram-se dentro dos valores de referência para espécie ovina, demonstrando a capacidade adaptativa dos dois genótipos avaliados.

4 CONCLUSÕES

O genótipo Soinga demonstrou maior adaptabilidade às condições climáticas do Semiárido brasileiro quando comparado à raça Santa Inês, apresentando menor influência do ambiente térmico sobre seus parâmetros fisiológicos e hematológicos.

Os parâmetros fisiológicos e hematológicos dos genótipos Soinga e Santa Inês mantiveram-se, em geral, dentro dos valores de referência para ovinos, indicando manutenção da homeostase fisiológica. A frequência respiratória foi a única variável que apresentou valores acima da faixa

considerada normal, refletindo a ativação dos mecanismos de termorregulação frente às condições de estresse térmico.

REFERÊNCIAS

ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F. T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v. 16, n. 1, p. 55–59, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC: AOAC, 1990.

BATISTA, J. N.; BORGES, L. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 39-46, 2015.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; ROBERTO, J. V. B.; et al. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 4, p. 102–108, 2014.

BEZERRA, L. R.; FERREIRA, A. F.; CAMBOIM, E. K. A.; et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 955-960, 2008.

BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; AZEVEDO, S. A.; et al. Concentrações séricas proteicas e minerais de cordeiros alimentados artificialmente com leite enriquecido com *Spirulina platensis*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 3, p. 132–137, 2009.

BORGES, L. S.; EVANGELISTA, A. F.; BARROS JUNIOR, C. P.; et al. O ambiente semiárido brasileiro influencia as respostas fisiológicas de caprinos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 4, n. 1, p. 17–21, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas (1961–1990)**. Brasília, DF: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v. 53, n. 3, p. 201-208, 2009.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMPELO, S. C. A. J. **Perfil bioquímico sérico de éguas gestantes e não gestantes das raças Brasileiro de Hipismo e Bretão**. 2008. 75 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) –

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H.; et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 2004.

DAVID, C. M. G.; LUQUETTI, B. C.; COSTA, R. L. D.; BONELLO, F. L. Padrão hematológico de cordeiros da raça Santa Inês criados sob manejo semi-extensivo na região oeste do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v. 69, n. 1, p. 79-84, 2012.

DUKES, H. H.; SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

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

FELDMAN, B. V.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

GAMA, S. M. S.; MATOS, J. R.; ZACHARIAS, F.; et al. Dinâmica do eritrograma de cordeiros resultantes do cruzamento entre animais de raças nativas criadas no Nordeste e a raça Dorper, desde o nascimento até os seis meses de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 1, p. 11-23, 2007.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. (ed.). **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 151-174.

HASHEM, A. L. S. Effect of summer shearing on thermoregulatory, hematological and cortisol responses in Balady and Damascus goats in desert of Sinai, Egypt. **World Applied Sciences Journal**, v. 30, n. 5, p. 521-533, 2014.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.

LEITÃO, M. M.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, A. C.; SOUSA, P. H. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1355-1360, 2013.

MACHADO, U. F. Transportadores de glicose. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 42, n. 6, p. 413-421, 1998.

MATA, B. C.; ALMEIDA, A. C.; MARQUES, L. C. G.; et al. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1767-1772, 2013.

MCDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1972.

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**, v. 43, n. 1, p. 121-126, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington, DC: National Academies Press, 2007.

NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M.; COSTA, L. A. B.; et al. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no Agreste do estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.

NOBRE, I. S.; SOUZA, B. B.; MARQUES, B. A. A.; et al. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 116-126, 2016.

PEREIRA, J. C.; CECON, P. R.; SOUZA, E. F. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 328-334, 2008.

RAMOS, J. S.; NASCIMENTO, A. B.; ROCHA FILHO, J. T. R.; et al. Cinética da proteína total, ceruloplasmina e fibrinogênio em cordeiros Santa Inês durante os primeiros cinco meses de vida. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 25, n. 1, p. 22-26, 2018.

REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

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

SILVA, A. L.; BORGES, L. S.; SANTANA, M. L. 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. 3, p. 69-72, 2015.

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; SILVA, E. M. N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 3, n. 1, p. 20-27, 2015.

SOUZA, B. B.; ASSIS, D. Y. C.; SILVA NETO, F. L.; ROBERTO, J. V. B.; MARQUES, B. A. A. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 77-82, 2011.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, 2007.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIANA, R. B.; BARBOSA JÚNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; et al. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 4, p. 196-201, 2002.