

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4783>

ARTIGO ORIGINAL

Influência das variáveis climáticas sobre parâmetros fisiológicos de cabras leiteiras em confinamento, no sertão paraibano







SUBMETIDO 27/10/2020

APROVADO 01/08/2021

PUBLICADO ON-LINE 11/08/2021

PUBLICADO Junho de 2022

EDITOR ASSOCIADO
Vinicius Ribeiro Longo Vilela

-  Maria Evelaine de Lucena Nascimento ^[1]
-  Natalia Ingrid Souto da Silva ^[2]
-  Francisca Camila Gomes Machado ^[3]
-  Maiza Araujo Cordão ^[4]
-  Tatiana Gouveia Pinto Costa ^[5]
-  Suely Cristina Pereira de Lima Oliveira ^[6]

[1] evelaineveter@gmail.com.

[2] nathaliaingrid43@gmail.com.
Universidade Federal de Campina Grande (UFCCG), Brasil

[3] franciscacamila04@yahoo.com.br.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Brasil

[4] maizacordao@hotmail.com.
Departamento de Medicina Veterinária / Faculdade Nova Esperança (FAMENE), Brasil

[5] tatizoot@gmail.com. Departamento de Forragicultura / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Brasil

[6] suely.vet@hotmail.com.
Departamento de Agroindústria / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Brasil

RESUMO: Raças exóticas estão ganhando espaço na caprinocultura, principalmente na Região Nordeste. Objetivou-se, com este trabalho, conhecer a resposta fisiológica de caprinos mestiços ao sistema de produção intensivo, no sertão paraibano, durante a estação seca e chuvosa, nos turnos manhã e tarde. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa. Utilizaram-se dez cabras leiteiras mestiças das raças ½ Toggenburg + ½ Alpina, com peso e idade semelhantes. Analisaram-se variáveis climáticas, parâmetros fisiológicos e perfil hematológico durante as duas estações. Observou-se maior índice de umidade no período chuvoso e temperatura elevada em ambas as estações, havendo diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as variáveis fisiológicas (frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal) nas diferentes estações e turnos. Os constituintes sanguíneos, nos diferentes períodos, não diferiram significativamente para as variáveis leucócitos e proteína total, diferindo apenas nos valores de hematócrito e hemácias ($p < 0,05$), mais elevados na estação seca. Caprinos mestiços avaliados em diferentes turnos no sertão paraibano apresentaram situação de desconforto. Em contrapartida, apresentaram capacidade de adaptação, mantendo a homeotermia com estabilidade na temperatura retal e constituintes sanguíneos dentro dos valores estabelecidos para a espécie.

Palavras-chave: caprinocultura; homeotermia; Semiárido.

Influence of climatic variables on physiological parameters of dairy goats in confinement, in the hinterland of Paraíba

ABSTRACT: Exotic breeds are gaining ground in goat farming, especially in the Northeast region. The objective was to know the physiological response of crossbred goats to the intensive production system, in the interior of Paraíba

during the dry and rainy season, in the morning and afternoon shifts. The experiment was conducted at the Federal Institute of Paraiba, Campus Sousa. Ten crossbred dairy goats of the Toggenburg and Alpina breeds of similar weight and age were used. Climatic variables, physiological parameters, and hematological profiles were analyzed during the two seasons. A higher humidity index was observed in the rainy season and an elevated temperature in both seasons, with a significant difference ($p < 0.05$) for all physiological variables (heart rate, respiratory rate, and rectal temperature) in the different seasons and shifts. The blood constituents in the different periods did not differ significantly for the leukocytes and total protein variables, differing only in the values of hematocrit and erythrocytes ($p < 0.05$), higher in the dry season. Crossbred goats evaluated in different shifts in the Paraiba hinterland showed discomfort. On the other hand, they showed adaptability, maintaining homeotherm with stability in the rectal temperature and blood constituents within the values established for the species.

Keywords: : goat farming; homeothermic; Semi-arid.

1 Introdução

Raças exóticas, especializadas na produção leiteira, como Saanen, Toggenburg e Alpina, estão ganhando espaço na caprinocultura brasileira. A criação de caprinos está difundida em todo o território brasileiro, contando atualmente com 9.592.079 cabeças, sendo a Região Nordeste detentora da maior parte desse rebanho, concentrado principalmente nos estados da Bahia, Pernambuco, Piauí, Ceará e Paraíba.

Apesar das estiagens, a caprinocultura no estado da Paraíba constitui uma fonte de renda significativa para os produtores, visto que a rentabilidade da criação de caprinos leiteiros pode chegar a 12%, podendo o produtor estender essa atividade por longo período (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Um dos principais objetivos da criação de caprinos em sistema de confinamento no semiárido paraibano é restringir os efeitos do ambiente sobre os animais, buscando diminuir o estresse térmico promovido pelo alto índice de radiação solar.

O mercado consumidor de produtos de origem animal tem se tornado mais exigente quanto aos assuntos relacionados ao bem-estar desses animais, de modo que as empresas que atendem a essa demanda, conseqüentemente, se tornam privilegiadas nas negociações, minimizando perdas no sistema produtivo, visto que o bem-estar animal está diretamente ligado à produção, pois o conforto térmico proporciona menos estresse, tornando os animais mais produtivos.

O conceito de bem-estar de um indivíduo diz respeito ao seu estado em relação às tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (DUKES; REECE, 2006). Portanto, é de fundamental importância o conhecimento sobre a capacidade de adaptação dos animais às características climáticas a que serão submetidos, pois, considerando-se que a sua produtividade e o seu desempenho estão diretamente relacionados ao clima e ao fator adaptabilidade animal à região, faz-se necessário adotar estratégias tecnológicas, nutricionais e físicas que permitam potencializar a produtividade dos rebanhos.

Faz-se necessário também realizar estudos que possam identificar fatores que dificultam a produção animal na região, assim como contribuir para a adoção de medidas estratégicas que possibilitem a permanência desses, aliada a um bom desempenho produtivo. Desse modo, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a resposta fisiológica de

cabras leiteiras mestiças das raças Toggenburg e Alpina, submetidas a um sistema de criação intensivo no sertão paraibano, nas estações seca e chuvosa.

2 Referencial teórico

A caprinocultura e o homem sempre estiveram interligados desde o início das civilizações, nos lugares onde os animais eram fonte de alimento e de vestimentas (CORDEIRO; CORDEIRO, 2006). No Brasil, a caprinocultura leiteira tem se tornado uma importante atividade nos âmbitos social e econômico, principalmente no que se refere à Região Nordeste (SOUZA *et al.*, 2015), na qual está inserida a maior parte do efetivo nacional, com 8.944.461 cabeças de caprinos (IBGE, 2017). O estado da Paraíba ocupa a quinta posição no ranking nacional, com 613.919 cabeças (IBGE, 2017).

O município de Sousa, incluído nesse estado, apresenta características climáticas de região semiárida, estando a uma latitude de 6,75° S e longitude de 38,21° O, com temperaturas mais baixas durante o primeiro semestre do ano, com 31 °C, e temperaturas mais elevadas durante o segundo semestre, atingindo máxima de 34 °C (INMET, 2010).

Atualmente, a caprinocultura possui material genético de alta potencialidade, no entanto, há simultaneamente maior exigência com relação ao ambiente no qual os caprinos estão inseridos, para possibilitar melhor adaptação (FERREIRA, 2005).

As raças especializadas na produção de leite, de origem suíça, como Saanen, Alpina e Toggenburg, são bastante difundidas em nosso país. No Nordeste, essas são algumas das raças leiteiras de caprinos mais representativas, principalmente no semiárido (MALHEIROS FILHO *et al.*, 2014). São animais adaptados às baixas temperaturas, no entanto, no Brasil, esses animais estão quase sempre submetidos a elevadas temperaturas ambientais, principalmente em regiões semiáridas (SOUZA *et al.*, 2015).

Considera-se a temperatura como o fator mais importante quando se pretende determinar o tipo de animal que se propõe criar em determinada região, pois animais que não conseguem se adaptar ao clima apresentam processo de hipertermia, enquanto em animais adaptados aos trópicos se observa pouca ou nenhuma elevação da temperatura corporal (AZEVEDO; ALVES, 2009). Trata-se, portanto, de um mecanismo de defesa do organismo animal durante os períodos de temperatura elevada (CUNNINGHAM, 2008).

A faixa de temperatura ideal para os caprinos permanecerem na zona de termoneutralidade deve estar entre 20 °C e 30 °C; nessa faixa, o animal não sente estresse por calor ou pelo frio (DUKES; REECE, 2006). No entanto, há dois limites estabelecidos para a zona de termoneutralidade, sendo estes a Temperatura Crítica Superior (TCS) – uma temperatura acima dessa faixa indica situação de estresse pelo calor, levando a vasodilatação periférica, aumento da frequência respiratória, aumento da ingestão de água e diminuição da ingestão de alimentos – e a Temperatura Crítica Inferior (TCI), que leva o animal a estresse pelo frio, acarretando vasoconstrição, diminuição da frequência respiratória, aumento da ingestão de alimentos e diminuição da ingestão de água (AZEVEDO; ALVES, 2009). A TCS para caprinos está acima de 34 °C, enquanto a TCI está abaixo de -20 °C (DUKES; REECE, 2006).

Fisiologicamente, ocorrem reações diferentes entre os animais em virtude de fatores ambientais (SOUZA *et al.*, 2011). Em climas quentes, a eliminação do excesso de calor corporal ocorre principalmente através da evaporação, podendo ocorrer na superfície do corpo ou através do aparelho respiratório. Essa forma de perda de calor pode ser prejudicada com o aumento da umidade relativa do ar (FERREIRA, 2005). Na situação de estresse térmico, em razão da elevação da temperatura do ar e da baixa umidade relativa

deste, pode-se observar o aumento da frequência respiratória e termólise evaporativa nos animais, o que reflete na perda de peso, na redução no consumo de alimento e no aumento no consumo de água (BRASIL *et al.*, 2000).

Com o aumento do ritmo respiratório, o ar inspirado tem maior contato com a umidade dos alvéolos, levando à maior evaporação e perda de calor, no entanto, o aumento excessivo da frequência respiratória tende a ser prejudicial, uma vez que diminui a quantidade de dióxido de carbono no sangue, levando à alcalemia sanguínea, além de promover maior movimentação dos músculos respiratórios, resultando em maior produção de calor, anulando o seu objetivo (DUKES; REECE, 2006).

Com relação aos animais homeotermos, como é o caso dos ruminantes, estes conseguem manter constância na temperatura corporal mesmo em condições de alterações ambientais, o que lhes permite maior sobrevivência a diversas condições climáticas (CUNNINGHAM, 2008).

Ferreira (2005) ressalta que a temperatura corporal de homeotérmicos pode variar conforme a idade, o sexo, as estações do ano, a hora do dia, incluindo ainda o tipo de alimentação, a digestão e a ingestão de água. Além disso, os parâmetros hematológicos de animais criados em clima tropical podem sofrer influência das variáveis climáticas; níveis de leucócitos totais, hematócrito e número de hemácias podem variar durante as diferentes estações do ano (SOUZA *et al.*, 2015).

Segundo Ferreira (2005), quando os animais são mantidos em estresse por calor, seu organismo utiliza mecanismos para diminuir a produção do calor proveniente da fermentação ruminal, pois quanto mais calor ele produz (calor endógeno), maior será o esforço para dissipar o excedente para o ambiente. Assim, o primeiro mecanismo utilizado é a redução do consumo de alimentos. Esse comportamento é adotado para se diminuir a termogênese induzida pela dieta, pois, de acordo com Ribeiro *et al.* (2008), quando a temperatura ambiente se eleva, pode ocorrer processo de hipertermia, sendo este o responsável pela redução da ingestão de alimentos, interferindo negativamente na produção animal.

Os animais estão expostos constantemente à carga térmica radiante, seja através da radiação direta ou pelas ondas emitidas por objetos sólidos ao seu redor. Dessa forma, o sombreamento é indispensável aos animais que estão expostos a um possível estresse térmico, sendo o confinamento uma alternativa para se reduzir a carga térmica radiante, principalmente em regiões semiáridas, promovendo a diminuição do estresse por calor (COSTA NETO, 2014).

O conhecimento das variáveis climáticas, de sua interação com os animais e das respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas é preponderante na adequação do sistema produtivo, pois, para a máxima produtividade, é necessário que a temperatura esteja dentro de uma faixa adequada, também chamada zona de conforto térmico, na qual não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo (NEIVA *et al.*, 2004). Dessa forma, animais que conseguem se adaptar apresentam características positivas, mantendo bom desempenho produtivo, resistência a doenças e baixa taxa de mortalidade (CUNNINGHAM, 2008).

Dessa forma, a introdução de raças especializadas e adaptadas se apresenta como alternativa para a caprinocultura a fim de promover maior produtividade do rebanho, principalmente no que se refere ao semiárido nordestino (SILVA *et al.*, 2006).

Os índices de conforto térmico são ferramentas bioclimatológicas essenciais quando se busca selecionar animais mais adaptados às condições climáticas de região semiárida (ROBERTO *et al.*, 2010). Portanto, faz-se necessário conhecer o clima e a resposta

animal, em termos comportamentais e fisiológicos, que melhor se adequem ao sistema de produção desejado, quando os animais são submetidos a tais variáveis climáticas (NEIVA *et al.*, 2004).

3 Método da pesquisa

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, unidade São Gonçalo-PB, no setor de ovinocultura. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do IFPB Campus Sousa (CEUA/IFPB-SOUSA) e registrado sob protocolo nº 23000.000978.2018-12. O município de realização do estudo apresenta características climáticas anuais de temperatura média compensada em torno de 26,60 °C, precipitação de 1050,2 mm, umidade relativa do ar média de 63,7% e índice de insolação de 3256,6 por hora (INMET, 2010).

3.1 População amostral

Foram utilizadas 10 cabras leiteiras mestiças das raças $\frac{1}{2}$ Toggenburg + $\frac{1}{2}$ Alpina com peso médio de 40 kg e idades semelhantes de aproximadamente 2 anos, as quais permaneceram confinadas por dois meses em 2018, sendo um mês na estação chuvosa (maio) e um mês na estação seca (outubro). A divisão das épocas chuvosa e seca foi baseada nos dados pluviométricos cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os animais permaneceram alojados em baias individuais medindo 1,50 m de largura e 3,00 m de comprimento, em sentido Leste-Oeste, construídas com arame liso e madeira, em chão batido, parcialmente cobertas com telhado de fibrocimento. As baias continham bebedouros e comedouros individuais.

3.2 Dieta

A dieta dos animais era composta por alimento volumoso de feno de Tifton e alimento concentrado (Tabela 1), ofertada duas vezes ao dia. Os animais recebiam dieta correspondente ao seu consumo e desempenho produtivo, respeitando-se o fornecimento de 3% do peso vivo, seguindo recomendação do National Research Council, (NRC, 2007) para atender as exigências de cabras leiteiras.

Tabela 1 ►
Composição bromatológica da dieta de cabras leiteiras.
Fonte: dados da pesquisa

Proporção (%)	Feno de Tifton	Concentrado
Volumoso: concentrado	40	60
Composição Química		
Matéria seca %	85,45	92,67
Proteína bruta %	8,4	24,39
Matéria mineral %	8,88	15,89
Fibra detergente neutro %	74,81	19,68
Fibra detergente ácido %	44,49	14,71

3.3 Variáveis climáticas

Foi instalado um *data logger* tipo HOBO, posicionado no interior das baias, programado para registrar os dados a cada trinta minutos, nos períodos da manhã e da tarde, durante as estações seca e chuvosa. O equipamento funciona como uma estação meteorológica automática e determinou os índices de temperatura do ar (T_{ar} °C) e umidade relativa do ar (UR%) para a obtenção do ITU (Índice de Temperatura e Umidade) a partir da fórmula: $ITU = 0,8TA + UR (TA-14,3) / 100 + 46,3$.

3.4 Aferição de parâmetros fisiológicos

Foram aferidos os parâmetros fisiológicos de cabras leiteiras em diferentes períodos de tempo, correspondendo aos períodos seco e chuvoso. A aferição foi realizada com frequência de dois dias semanais, nos turnos da manhã e da tarde, correspondendo aos horários entre 9h e 11h e entre 15h e 17h, respectivamente, com os animais mantidos dentro das baias. Aferiu-se frequência cardíaca por minuto, por meio de ausculta com estetoscópio, frequência respiratória, observando-se movimentos respiratórios costo-abdominais por minuto, e temperatura retal em °C, com o uso de termômetro digital.

3.5 Análises hematológicas

Para a realização de exames hematológicos, o sangue foi coletado quinzenalmente, nos meses avaliados, durante as épocas chuvosa e seca. Coletou-se 5 ml de sangue, mediante venopunção da veia jugular, utilizando-se agulhas descartáveis e depositando-se o sangue em tubos de coleta a vácuo (Vacutainer Systems®) com anticoagulante EDTA (etileno-diamino tetra-acético) a 10%. As amostras coletadas foram armazenadas em refrigeração a 4°C por até quatro horas para contagem total de leucócitos (células/mm³) e eritrócitos (x10⁶/mL) em câmara tipo *Neubauer* modificada.

Para tanto, foi realizada a diluição das células, homogeneização lenta e leitura em microscópio óptico, além da determinação do volume globular pela técnica do micro-hematócrito em centrífuga, seguindo recomendações de González e Silva (2008).

As respectivas análises foram realizadas no laboratório de patologia clínica do hospital veterinário do IFPB. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa estatístico SAS (versão de 2004), e as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

4 Resultados

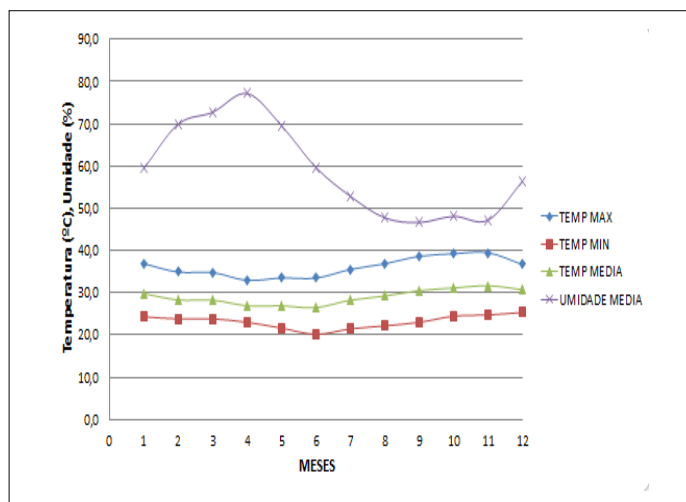
4.1 Variáveis climáticas

A Figura 1 representa graficamente as variações mensais de temperatura e a umidade relativa do ar durante o ano de 2018. Pode-se verificar que os meses de março a maio foram os que apresentaram os maiores níveis de umidade relativa do ar, enquanto as menores temperaturas foram registradas entre os meses de maio e agosto. As maiores temperaturas e menor umidade compreenderam os meses de setembro a novembro. Dessa

forma, verifica-se que as avaliações realizadas compreenderam os meses com as maiores variações de temperatura, representando o período chuvoso (maio), como também o período seco (outubro).

Figura 1 ▶

Valores de Temperatura do Ar (T°Ar) e Umidade Relativa (UR%) nos períodos chuvoso e seco durante o ano de 2018 em São Gonçalo, Sousa-PB.
Fonte: dados da pesquisa



Os resultados observados referentes à temperatura demonstram que se obteve maior índice durante o período seco, principalmente nos meses de outubro e novembro, atingindo as máximas de 39,2°C e 39,5°C respectivamente. Para os valores de umidade relativa do ar, têm se observado índices maiores durante o período chuvoso, principalmente no mês de abril, no qual se obteve média de 77,2%, e no mês de maio, atingindo média de 69%, coincidindo com o período de maior precipitação pluviométrica segundo dados do INMET.

Quanto aos valores registrados para temperatura, umidade e índice de temperatura e umidade, comparando-se os turnos manhã e tarde nas estações chuvosa e seca, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as variáveis, conforme dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 ▶

Valores médios de Temperatura do Ar (T°Ar), Umidade Relativa (UR) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em período chuvoso e seco nos turnos manhã e tarde. *Fonte: dados da pesquisa*

Variáveis	Período Experimental e Turnos				P	CV
	Estação Chuvosa		Estação Seca			
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde		
T (°C)	29,4 _a	33,7 _b	33,1 _A	37,9 _B	0,0001	3,03
UR (%)	64,4 _a	54,5 _b	44,4 _A	32,3 _B	0,0001	5,09
ITU	78,5 _a	83,8 _b	82,2 _A	88,0 _B	0,0001	1,66

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha para estação chuvosa e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha para estação seca são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que a temperatura se manteve acima da zona de termoneutralidade para caprinos, apresentando valores acima de 35°C, tanto na estação seca quanto na chuvosa, principalmente no turno da tarde, a qual deve estar entre 20°C e 30°C, segundo Cunningham (2008), atingindo a temperatura crítica superior. Temperaturas acima dessa faixa indicam situação de estresse pelo calor, que pode acarretar mecanismos fisiológicos

para regular tal temperatura, como vasodilatação periférica, aumento da frequência respiratória (FR) e aumento da ingestão de água (DUKES; REECE, 2006), o que pode influenciar negativamente o desempenho produtivo, pois ocorre simultaneamente a diminuição da ingestão de alimentos e, conseqüentemente, perda de peso (BRASIL *et al.*, 2000). No entanto, segundo Dukes e Reece (2006), o termostato hipotalâmico de animais endotérmicos é capaz de manter uma constância na temperatura corporal em amplas faixas de temperaturas ambientais.

A variável ITU se manteve acima da zona de conforto em todos os períodos, até mesmo na estação chuvosa, o que representa, segundo Ferreira (2005), situação de alerta, pois se manteve acima de 74, indicando situação de emergência para os animais durante o período seco no turno da tarde. Em todos os casos, encontrou-se condição térmica acima do conforto, indicando que os animais estavam em estresse mesmo em ambiente de sombra.

Tais resultados também foram descritos por Pereira *et al.* (2011) e Martim *et al.* (2018), que relataram condições de estresse por calor para os animais no semiárido mesmo na sombra. Roberto *et al.* (2010) verificaram diferença quanto aos parâmetros ambientais, nos diferentes turnos, descrevendo aumento significativo no turno da tarde, demonstrando situação de estresse térmico em ambos os turnos, com média de ITGU 81,35 no período da manhã e 90,74 à tarde. Cordão *et al.* (2010) relataram temperaturas do ar atingindo máxima de 38 °C, ITGU de 87,86 e umidade relativa do ar de 39,92% no período da tarde em região semiárida, todos acima da zona de conforto para caprinos.

4.2 Parâmetros fisiológicos

Avaliando-se os parâmetros fisiológicos nas diferentes estações do ano, nos turnos manhã e tarde, observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para todas as variáveis – frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) (Tabela 3).

Tabela 3 ►

Temperatura Retal (TR), Frequência Respiratória (FR) e Frequência Cardíaca (FC) de cabras leiteiras em função dos períodos chuvoso e seco, nos turnos manhã e tarde.

Fonte: dados da pesquisa

Variáveis	Período experimental e turnos				P	CV
	Estação chuvosa		Estação seca			
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde		
FC (bpm)	101 _a	109 _b	99 _A	108 _B	0,0011	4,81
FR (mpm)	58 _a	71 _b	58 _A	83 _B	0,0001	16,1
TR (°C)	38,87 _a	39,23 _b	38,78 _A	39,31 _B	0,0001	0,52

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha para estação chuvosa e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha para estação seca são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, os valores de FC e TR permaneceram dentro do preconizado por Feitosa (2008), que considera normal para caprinos TR entre 38,5°C e 39,7°C e frequência cardíaca de 95 bpm a 120 bpm. Quanto à FR, houve um aumento, pois, segundo Feitosa (2008), este deve estar entre 20 mpm e 30 mpm, no entanto, atingiu valores mais elevados no período da tarde durante a estação seca. A elevação dos parâmetros fisiológicos, principalmente no período da tarde, coincide com maior elevação da temperatura do ar,

demonstrando que houve uma correlação positiva entre as duas variáveis. O aumento excessivo da temperatura corporal pode ser letal quando esta se encontra em valores de 45°C, uma vez que leva à desnaturação enzimática. Para tanto, o organismo de animais endotérmicos lança mão de mecanismos fisiológicos termorreguladores que impedem a extrema elevação da temperatura corporal, como a sudorese e, principalmente, a respiração arquejante no caso dos caprinos (CUNNINGHAM, 2008).

Segundo Dukes e Reece (2006), a perda evaporativa de calor que ocorre pela vaporização do calor latente geralmente acontece apenas na direção para fora do corpo. Nesse caso, ocorre maior ventilação do trato respiratório superior, acompanhada do aumento do fluxo sanguíneo para a mucosa nasal. Dessa forma, o ar inspirado é aquecido enquanto estiver sendo saturado, promovendo a evaporação da água durante a expiração.

O aumento na FR se deve ao fato de que a termólise evaporativa pela respiração é uma das principais formas de dissipação de calor corporal nessa espécie para garantir a manutenção da homeotermia (DUKES; REECE, 2006), o que justifica o fato de os animais apresentarem TR dentro da normalidade, apesar de estarem submetidos a altas temperaturas. O autor afirma ainda que, fundamentalmente, a alteração que acompanhou o surgimento de animais endotérmicos não foi sua taxa metabólica e sim sua capacidade de regulação fisiológica da temperatura, visto que a adaptação define as características inatas que permitem que um animal sobreviva em ambientes adversos.

Brasil *et al.* (2000) verificaram valores normais quanto aos parâmetros fisiológicos pela manhã, ocorrendo aumento na frequência respiratória principalmente no turno da tarde (173 mpm para cabras da raça Alpina, porém, os animais não conseguiram manter homeotermia, apresentando hipertermia, com média de temperatura retal atingindo 40°C, se estabilizando na manhã seguinte.

Roberto *et al.* (2010) demonstraram situação de estresse térmico ao avaliarem caprinos mestiços no semiárido, encontrando diferença significativa entre os turnos da manhã e da tarde para todas as variáveis estudadas (FR, FC e TR), porém, demonstraram perfil hematológico dentro da normalidade, o que representa capacidade de adaptação. Resultados semelhantes são relatados por Silva *et al.* (2006), que, avaliando a adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos, concluíram que todas as raças mantiveram homeotermia, demonstrando adaptação às condições climáticas do semiárido.

Cordão *et al.* (2010), avaliando parâmetros fisiológicos de ovinos em região semiárida, observaram que a temperatura retal e frequência respiratória se mantiveram mais elevadas no turno da tarde, quando a temperatura do ar esteve superior.

Osterno *et al.* (2011), verificando atributos fisiológicos de caprinos leiteiros, não observaram diferença ($p > 0,05$) entre os períodos para as variáveis TR e FC, obtendo valores médios de 39,46°C e 117,86 bpm. Os resultados diferiram significativamente para a FR ($p < 0,05$), para a qual se verificou maior média no período da tarde (56,82 mpm).

4.3 Perfil hematológico

Comparando-se os constituintes sanguíneos nos diferentes períodos e turnos, observou-se que diferiram significativamente nos valores de hemácias e hematócrito ($p < 0,05$), não havendo diferença significativa para as variáveis leucócitos e proteína total ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 ▶

Valores hematológicos de cabras leiteiras em estações seca e chuvosa. *Fonte: dados da pesquisa*

Variáveis	Períodos experimentais			
	Estação chuvosa	Estação seca	P	CV
Hemácias	17.709 _a	21.730 _b	0,0006	23,26
Hematócrito %	23,75 _a	23,5 _b	0,007	0,21
Leucócitos totais	15.491	11.745	0,19	34,64
Proteína Total %	7,92	7,8	0,37	7,88

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios encontrados para hemácias no período chuvoso estão de acordo com o preconizado por Dukes e Reece (2006), os quais devem estar entre 8.000 e 18.000. Já no período seco, os animais apresentaram contagem de hemácias ligeiramente acima do preconizado para a espécie, o que pode ser justificado, segundo o autor, pelo fato de que estas carregam oxigênio para todo o organismo. Nesse sentido, quando a temperatura do ar se eleva, o sangue aquecido precisa percorrer a região periférica do corpo para que haja contato com a parte externa mais fria e ocorra o resfriamento sanguíneo. Dessa forma, com o aumento da frequência respiratória, há o aumento do débito cardíaco a fim de transportar o sangue oxigenado para o corpo, o que leva a maior demanda na produção de eritrócitos, uma vez que a taxa de eritropoese é controlada pela necessidade tecidual de oxigênio, levando à secreção de eritropoetina. Esse processo acontece principalmente no período seco, devido ao aumento da frequência respiratória durante a termólise evaporativa por respiração. Quanto aos valores médios de hematócrito, apesar da diferença estatística entre as estações seca e chuvosa, permaneceram dentro da normalidade, que preconiza valores entre 22% e 38%. Esses animais não apresentaram condição de hemoconcentração, o que, segundo Dukes e Reece (2006), seria reflexo da tentativa de termorregulação por evapotranspiração, o que resultaria em desidratação.

Observou-se uma ligeira elevação na contagem total de leucócitos durante a estação chuvosa, apesar de não ser considerada estatisticamente diferente. A leucocitose, provavelmente, foi resultante de processo infeccioso durante esse período.

Quanto à proteína total, esta se manteve ligeiramente elevada tanto no período de chuva quanto no período seco, com valores de 7,9 e 7,8, respectivamente. Para esse parâmetro, Dukes e Reece (2006) preconizam valores entre 6,5 g/dL e 7,5 g/dL. Segundo os autores, a elevação nos níveis de proteína plasmática, associada ao aumento da contagem de eritrócitos, caracteriza um quadro de desidratação leve, o que pode ser resultante do processo de termólise evaporativa pela respiração, no qual a umidade dos alvéolos, associada à elevação da temperatura do ar circulante, promove a evaporação das partículas de água.

Souza *et al.* (2015), avaliando o perfil hematológico de cabras mestiças na época seca, observaram que a contagem de eritrócitos se apresentou mais elevada durante o período seco (14.900). Oliveira *et al.* (2012), em estudo realizado com cabras adultas nativas, verificaram resultados semelhantes, em que o eritrograma (16.057) e os leucócitos totais (12.627) se mantiveram mais elevados e o hematócrito dentro da normalidade para caprinos adultos.

Brasil *et al.* (2000) encontraram diferença no volume globular de animais da raça Alpina quando submetidos a condição de estresse: o volume globular diminuiu de 25,56%

em animais termoneutros para 22,16% em animais estressados, mantendo-se dentro dos limites para a espécie.

5 Conclusão

Caprinos de linhagens leiteiras (Alpina e Toggenburg), avaliados em diferentes estações do ano, na região de semiárido, apresentaram situação de estresse térmico principalmente na estação seca, com elevação da frequência respiratória, da frequência cardíaca e da temperatura retal, especialmente no período da tarde. Em contrapartida, apresentaram capacidade de adaptação, mantendo os constituintes sanguíneos dentro dos valores estabelecidos para a espécie.

Referências

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/664507/bioclimatologia-aplicada-a-producao-de-bovinos-leiteiros-nos-tropicos>. Acesso em: 21 jan. 2019.

BRASIL, L. H. A.; WECHESLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H. C.; BONASSI, I. A. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1632-1641, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000600006>.

CORDÃO, M. A.; SOUZA, B. B.; PEREIRA, G. M.; BAKKE, O. A.; SILVA, A. M. A.; LOPES, J. J. Respostas fisiológicas de cordeiros Santa Inês em confinamento à dieta e ao ambiente físico no trópico semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 47-51, 2010. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/71>. Acesso em: 23 jan. 2019.

CORDEIRO, P. R. C. Mercado do leite de cabra e de seus derivados. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 39, p. 32-43, 2006. Disponível em: <https://www.cfmv.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/Revista-CFMV-Edi%C3%A7%C3%A3o-39-2006.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

COSTA NETO, H. N. **Conforto térmico aplicado ao bem-estar animal**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/66/o/CONFORTO_T%C3%89RMICO_APLICADO_AO_BEM-ESTAR_ANIMAL.pdf. Acesso em: 22 jan. 2018.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 579 p.

DUKES, H. H.; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 925 p.

FEITOSA, F. L. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2008. 644 p.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371 p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/lacvet/livros/Analises_Clinicas_Vet.pdf. Acesso em: 8 jan. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=destaques>. Acesso em: 14 nov. 2018.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos climáticos 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 19 dez. 2018.

MALHEIROS FILHO, J. R.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; OLIVEIRA, C. J. B. Produção, qualidade do leite e índices fisiológicos de cabras Alpinas no semiárido no período chuvoso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 18, n. 7, p. 762-768, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700014>.

MARTIM, C. C.; BOUVIÉ, L.; LUZ, E. G.; JUSTI, J.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Caracterização térmica de um galpão para criação de caprinos na estação seca em Sinop-MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 270-280, 2018. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B23.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000300015>.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2007. 384 p. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/read/11654/chapter/1>. Acesso em: 6 jan. 2019.

OLIVEIRA, F. G.; RAMOS, J. P. F.; SOUZA, H. C.; CARNEIRO, W. P.; LIMA JÚNIOR, A. C.; PIMENTA FILHO, E. C. Análise da eficiência zootécnica e econômica da caprinocultura leiteira no cariri paraibano. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 12, n. 3, p. 71-78, 2018. Disponível em: https://www.caprilvirtual.com.br/artigos_pdf.php?recordID=322. Acesso em: 14 nov. 2018.

OLIVEIRA, M. G. C.; NUNES, T. L.; PAIVA, A. L. C.; BEZERRA, T. C. G.; FERNANDES, N. S.; VALE, A. M.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; PAULA, V. V. Aspectos hematológicos de caprinos (*Capra hircus*) da raça Canindé criados no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 4-8, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012001300002>.

OSTERNO, J. J.; COSTA, A. P.; LANDIM, A. V.; LIMA, F. R. G.; ROGÉRIO, M. C. P.; VASCONCELOS, A. M. Atributos fisiológicos de caprinos leiteiros submetidos a diferentes fases de aleitamento. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ, 6., 2011, Sobral. **Anais** [...]. Sobral: UVA, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916874>. Acesso em: 21 dez. 2018.

PEREIRA, G. M.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. M. A.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, C. M. B. A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2011. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/525>. Acesso em: 23 nov. 2018.

RIBEIRO, N. L.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, R. C. B.; SOUZA, C. M. S. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 614-623, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000400001>.

; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N.; JUSTINIANO, S. V.; FREITAS, M. M. S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 127-132, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1567>. Acesso em: 14 nov. 2018.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300018>.

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. 1, p. 77-82, 2011. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/509>. Acesso em: 21 dez. 2018.

SOUZA, P. T.; SALLES, M. G. F.; COSTA, A. N. L.; CARNEIRO, H. A. V.; SOUZA, L. P.; ROCHA, D. R.; ARAÚJO, A. A. Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças (1/2 Saanen e 1/2 Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 99-104, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000100019>.