



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência

LUIZ FELIPE DE ALMEIDA LUCENA

**Respostas Fisiológicas de Caprinos Nativos em
Ambiente Controlado**

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

2012

Luiz Felipe de Almeida Lucena

Respostas Fisiológicas de Caprinos Nativos em Ambiente Controlado

Tese apresentada à Universidade Federal de Campina Grande como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de doutor em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado
CTRN – UAEA – LaCRA

Área de Concentração: Construções Rurais e
Ambiência

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L935f Lucena, Luiz Felipe de Almeida.

Respostas fisiológicas de caprinos nativos em ambiente controlado
/ Luiz Felipe de Almeida Lucena. - Campina Grande, 2012.
78 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado.

Referências.

1. Caprinocultura.
 2. Câmara Climática.
 3. Estresse Térmico.
- I. Título.

CDU 636.3(043)

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

LUIZ FELIPE DE ALMEIDA LUCENA

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CAPRINOS NATIVOS
EM AMBIENTE CONTROLADO

BANCA EXAMINADORA

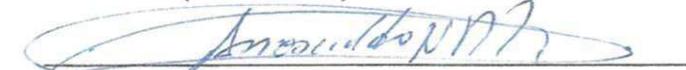
PARECER


Dr. Dermeval Araújo Furtado
Orientador (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO


Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento
Examinador (UAEA/UFCG)

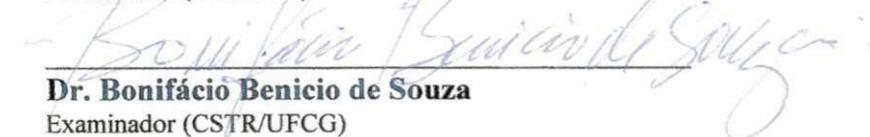
APROVADO


Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Examinador (DZ/UFPB)

Aprovado


Dr. Edilson Paes Saraiva
Examinador (DZ/UFPB)

Aprovado


Dr. Bonifácio Benício de Souza
Examinador (CSTR/UFCG)

Aprovado

FEVEREIRO - 2012

*A Érika, minha esposa, e a minhas
filhas, Leticia e Livia Braz*

Dedico

UFCG/BIBLIOTECA/BC

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Campina Grande, pelo apoio estrutural em prol da pesquisa.

Ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande;

Ao grupo de pesquisa em Construções Rurais e Ambiente, do LaCRA;

Ao professor e amigo Dermeval Araújo Furtado, pelo companheirismo, orientação e paciência ao longo dos anos compreendidos entre o mestrado e o doutorado;

Ao amigo, cunhado e engenheiro eletricista Helon David de Macedo Braz, pelas conversas sobre interpretações matemáticas, meu sincero agradecimento;

Ao colega Tiago Gonçalves Pereira Araújo, pela ajuda grandiosa em toda a fase experimental da pesquisa;

A José Wellington dos Santos, pesquisador da Embrapa Algodão, pela ajuda na validação e análise dos dados estatísticos;

Aos membros do comitê julgador, pelo fornecimento de valiosas sugestões em prol da melhoria deste trabalho;

A todos aqueles que, de forma direta e indireta, contribuíram para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. Introdução.....	13
2. Referencial teórico.....	16
2.1. O semiárido nordestino	16
2.2. Raças Moxotó e Canindé	17
2.3. Temperatura e estresse térmico em caprinos	18
2.4. Variáveis fisiológicas	20
2.4.1. Temperatura retal	21
2.4.2. Frequência respiratória (FR)	23
2.4.3. Frequência cardíaca (FC)	26
2.4.4. Temperatura superficial (TS)	27
2.4.5. Ingestão de água e alimento	28
3. Material e Métodos	30
3.1. Local do experimento	30
3.2. Animais utilizados	31
3.3. Variáveis fisiológicas analisadas	34
3.3.1. Determinação do ponto de estresse (DPE)	35
3.3.2. Categorização do estresse térmico com base no ITU.....	36
3.3.3. Variáveis climatológicas	37
3.4. Tratamentos Estatísticos	37
4. Resultados e Discussão	40
4.1. Variáveis climatológicas	40
4.2. Variáveis fisiológicas	42

4.2.1. Frequência cardíaca (FC)	44
4.2.2. Frequência respiratória (FR)	51
4.2.3. Temperatura superficial na pelagem (Tpêlo) e na pele (Tpele)	59
4.2.4. Temperatura Retal (TR)	65
4.2.5. Consumos de alimento (C.alim.) e água (C.água)	69
5. Conclusões	72
6. Referências bibliográficas	73
7. Anexo	78
Anexo 1- Fotos do interior da câmara climática com animais	78

	Página
Figura 1 - A. Layout interno da câmara climática e sala de monitoramento com respectivos equipamentos. B. Vista exterior.	30
Figura 2 - Instrumentos e equipamentos instalados na câmara climática	31
Figura 3 - Amostra dos animais da raça Caniné e Moxotó utilizados no experimento.....	32
Figura 4 - Layout de confinamento individual dos animais	33
Figura 5 - Diagrama do planejamento experimental utilizado	39
Figura 6 - A - Comportamento da frequência cardíaca ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente B – Gráfico da medida de dispersão da FC.	47
Figura 7 - Comportamento previsto da frequência cardíaca em função da temperatura ambiente no trecho de elevação da TA de 27,8 para 31,6 °C.....	51
Figura 8 - A - Comportamento da frequência cardíaca ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudado. B – Gráfico da medida de dispersão da FC.	53
Figura 9 - Comportamento previsto da frequência respiratória em função da temperatura ambiente no trecho de elevação da TA de 27,8 para 31,6 °C conforme dados da Tabela 6.....	57
Figura 10 - A - Comportamento da temperatura do pelame ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudado. B – Gráfico da medida de dispersão da Tpelame.	61
Figura 11 - A - Comportamento da temperatura do pele ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudada. B – Gráfico da medida de dispersão da Tpele.	63
Figura 12 - Comparação dos comportamentos da temperatura do pelame (TSP1) e da pele (TSP2) ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudada.	64
Figura 13 - Comportamentos da temperatura retal (TR) ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudadas.	67
Figura 14 - Comportamentos da TR com relação aos comportamentos apresentados pela FC e FR.....	68

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Médias das variáveis climáticas, temperatura do ar especificada (T.e), temperatura mínima (Tmín), temperatura máxima (Tmax), velocidade do vento (Vv), umidade relativa do ar determinada (URd), umidade relativa do ar mínima (URmín), umidade relativa do ar máxima (URmax) em todo o período experimental.....	41
Tabela 2 - Resumo dos coeficientes de correlação referentes às variáveis frequência cardíaca (FC,bat min ⁻¹), frequência respiratória (FR,mov min ⁻¹), temperatura da superfície do pelame (Tpelo,°C), temperatura da pele (Tpele, °C), temperatura retal (TR,°C), consumo de alimento (C.alim., kg/animal) e consumo de água (Cágua, kg/animal).....	43
Tabela 3 - Valores médios e desvios-padrão referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura das variáveis frequência cardíaca (FC,bat/min), frequência respiratória (FR,mov/min), temperatura da superfície do pelame (Tpelo,°C), temperatura da pele (Tpele,°C), temperatura retal (TR, °C), consumo de alimento (C.alim.kg/animal) e consumo de água (Cágua,kg/animal)	44
Tabela 4 - Pontos de estresse térmico com respectivos percentuais de elevação da FC em condição abrupta de aumento da temperatura ambiente de 27,8 para 31,6 °C.....	49
Tabela 5 - Valores médios referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura da variável frequência respiratória (FR,mov min ⁻¹).....	52
Tabela 6 - Pontos de estresse térmico e respectivos percentuais de elevação da FR em condição abrupta de aumento da temperatura ambiente no intervalo de 27,8 para 31,6 °C.....	56
Tabela 7 - Valores médios, desvio padrão e gradientes térmicos referentes à raça e temperatura das variáveis, superfície do pelame (Tpêlo, °C) e temperatura da pele (Tpele, °C).....	60
Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão referentes à raça e temperatura da variável temperatura retal (TR - °C)	66
Tabela 9 - Valores médios referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura das variáveis, consumo de alimento (C1, kg/animal) e consumo de água (C2, kg/animal).....	70

LISTA DE ABREVIATURAS

APO = Área pré-óptica do hipotálamo anterior

FC = Frequência cardíaca (bat/min)

FR = Frequência respiratória (mov/min)

ITC = Índice de tolerância ao calor

ITU = Índice de temperatura e umidade

TPO = Temperatura de ponto de orvalho

SNC = Sistema Nervoso Central

TR = Temperatura retal (°C)

ITU – Índice de Temperatura e Umidade

mov min⁻¹ = Movimentos por minuto

bat min⁻¹ = Batimentos por minuto

DPE = Determinação de pontos de estresse

SPRD = Sem padrão de raça definida

LACRA = Laboratório de Construções Rurais e Ambiência

Tpelo = Temperatura na pelagem do animal (°C)

Tpele = Temperatura Superficial da pele (°C)

M_{conforto} = Média Fisiológica de Conforto

P_{max} = Ponto fisiológico máximo atingido

T = Temperatura ambiente (°C)

UR = Umidade relativa do ar (%)

C.alim. = Consumo de alimento (kg/animal)

C.água = Consumo de água (kg/animal)

FC_{conforto} = Frequência cárdica de conforto (bat min⁻¹)

FR_{conforto} = Frequência respiratória de conforto (mov min⁻¹)

Respostas Fisiológicas de Caprinos Nativos em Ambiente Controlado

RESUMO – Objetivou-se, neste trabalho, determinar as respostas fisiológicas de duas raças de caprinos nativos do semiárido brasileiro submetidos a ambiente termicamente controlado em câmara climática. Utilizaram-se 12 animais machos, dos quais 6 Canindés e 6 Moxotós, com pesos médios iniciais de $19,6 \pm 1,9\text{kg}$ e $20,4 \pm 1,6\text{kg}$, respectivamente, alimentados com dieta contendo 43% de feno de Tifton (*Cynodon dactylon*, (L) Pers) e 57% de concentrado. Os animais foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial ($2 \times 4 \times 6$), duas raças, quatro níveis de temperatura e seis repetições. Em cada repetição foram utilizadas quatro temperaturas (20,6, 24,8, 27,8 e 31,6 °C), com umidade relativa média do ar de $60 \pm 5\%$, e velocidade do vento em 0,5m/s. Foram analisados os parâmetros fisiológicos frequência cardíaca, frequência respiratória, temperaturas do pelo, pele, temperatura retal além do consumo de alimento e água. Para cada temperatura estudada, os animais permaneceram quatro dias em aclimação e três dias de coleta de dados, isto é, dez horas em confinamento e quatorze para recomposição das funções fisiológicas. Os animais se mantiveram dentro da zona de conforto térmico para as variáveis FC e FR nas temperaturas ambientes compreendidas entre 20,6 e 27,8 °C. A transição entre o estado de conforto e o início de estresse se inicia a 28,1 e 28,3 °C, respectivamente. As temperaturas ambiente compreendidas entre 20,4 e 31,6 °C não alteraram significativamente a TR fisiológica dos animais, sendo a mesma mantida em $39,5 \pm 0,18$ °C, considerada normal para a espécie. A FR e a FC são as variáveis mais afetadas nas transições de estado de conforto para estresse térmico, e se mostraram como os mecanismos mais indicados como verificadores de desconforto térmico para caprinos Canindé e Moxotó, em condições ambientes controladas. A capacidade de consumo de alimento não é alterada significativamente em temperaturas ambiente compreendidas entre 20,4 e 31,6 °C, desde que mantidas as condições experimentais deste trabalho. O consumo de água é maximizado em temperatura ambiente média de 31,6 °C, possuindo correlação positiva com o aumento da FC e FR nesta temperatura.

Palavras-chave: Caprinocultura, câmara climática, respostas fisiológicas

Native Caprines' Physiological Response in a Controlled Environment

ABSTRACT - The objective of this research was to determine the physiological response of two caprine races from the Brazilian semiarid, submitted to a thermally controlled climatic chamber. Twelve male animals were used, 6 Canindés e 6 Moxotós, with average weight of $19,6 \pm 1,9\text{kg}$ e $20,4 \pm 1,6\text{kg}$ respectively, fed with a diet containing 43% of Tifton hay (*Cynodon dactylon*, (L) Pers) and 57% of concentrated. The animals were distributed into an entirely casualised delineation, in factorial scheme (2 x 4 x 6), two races, four temperature levels and six repetitions. In each repetition four temperatures were utilized (20,6, 24,8, 27,8 e 31,6 °C), with the average relative air humidity of $60 \pm 5\%$, and wind speed of 0,5m/s. Physiological parameters such as cardiac frequency, respiratory frequency, fur temperature, skin, rectal temperature and water and food consumption were analyzed. For each studied temperature the animals stayed four days in acclimation and three days for data collecting, being ten hours in confinement and fourteen hours for recomposition of physiological functions. The animals stayed within the thermic comfort zone for the FC and FR variables in environmental temperatures between 20,6 e 27,8 °C. The transition between the state of comfort and stress begins respectively at 28,1 e 28,3 °C. The environment temperatures between 20,4 and 31,6 °C did not alter significantly the animal's physiological TR, that was maintained in $39,5 \pm 0,18$ °C, which is considered normal for the species. The FR and the FC are the most affected variables in the transitions from the state of comfort to thermic stress and proved to be the best indicated mechanisms as verifiers of thermic discomfort for Canindé e Moxotó caprines in controlled environment conditions. The food consumption capability is not significantly altered in ambient temperatures between 20,4 e 31,6 °C, if the experimental conditions of this research are maintained. Water consumption is maximized in the environment average temperature of 31,6 °C, having a positive correlation with the increase of FC and FR at this temperature.

Keywords: Caprine-culture, climatic chamber, physiological responses

1. Introdução

Ao longo das décadas a caprinocultura passou de uma exploração animal meramente de subsistência para uma exploração com altos índices qualitativos, mais direcionados ao mercado consumidor, com objetivos mais bem definidos e direcionada à constante melhoria dos rebanhos. A cadeia produtiva do caprino de corte e leite vem sendo totalmente reformulada para atender à grande demanda de consumo tendo, como parceiros, entidades governamentais, centros de pesquisas públicas e privadas, todos trabalhando em conformidade, a fim de alcançar níveis produtivos cada vez mais altos, para os rebanhos.

Os criadores passaram a direcionar seus rebanhos ao mercado consumidor emergente, que, por sua vez, vem aumentando gradativamente ao longo dos anos. O couro, o leite, os cortes nobres do caprino, possuem grande aceitação na indústria, de modo geral; no entanto, apesar do panorama da caprinocultura ser promissor, ainda existem regiões no semiárido brasileiro que carecem de apoio mais direcionado no âmbito mercadológico, fazendo com que a cadeia produtiva da caprinocultura de corte ou leite seja mais bem entendida pelo produtor local.

A criação de caprinos nas regiões do semiárido nordestino tornou-se um viés de extrema importância; desta forma, entidades de pesquisa vêm estudando, de maneira mais direcionada, maneiras de maximizar a produtividade de cada elo da cadeia produtiva da caprinocultura. Da mesma maneira que estudos relacionados com o clima e com a produtividade vêm sendo desenvolvidos há décadas na avicultura de corte, de postura, na bovinocultura e na suinocultura, a caprinocultura também vem caminhando em direção a este novo cenário, ou seja, o da compreensão dos fatores ambientais em relação aos índices fisiológicos produtivos dos animais, visto que, já se sabe que compreender a relação existente entre temperatura, umidade relativa do ar e demais variáveis ambientais com as respostas zootécnicas dos

caprinos, vem se tornando essencial para incrementar e programar políticas de incentivo à produção por parte de pequenos, médios e grandes criadores de caprinos localizados em diversas regiões do semiárido nordestino e do Brasil.

Termicamente todos os animais, inclusive o homem, possuem necessidades básicas de conforto térmico para se manter dentro de determinada região do globo terrestre; desta forma, deve-se entender, através de estudos sistematizados, que necessidades são essas, bem como quantificá-las, a fim de criar parâmetros de produção bem delineados quando se trata de exploração zootécnica em regiões semiaridas, haja vista que referidas regiões são caracterizadas pela alta incidência de radiação solar e altas temperaturas impondo, praticamente durante todos os meses do ano, situações de desconforto térmico aos caprinos, sobretudo às de raças mais produtivas que, geralmente, são oriundas de clima temperado, tal como às raças nativas que, mesmo adaptadas à região, também sofrem fisiologicamente com o excesso de calor; logo, esses animais acionam constantemente seus mecanismos fisiológicos de termorregulação que, embora permitam aos animais manter a homeotermia, podem trazer reflexos negativos à saúde quando acionados de maneira constante. Os caprinos, como qualquer espécie animal de interesse zootécnico, quando expostos às variações climáticas fora da faixa de conforto térmico, tendem a apresentar perda de peso, crescimento retardado, problemas respiratórios e hormonais e falta de apetite, dentre outros impasses de saúde.

Sendo assim, e para que a caprinocultura realmente se torne uma atividade geradora de excedentes ao produtor, faz-se necessário o investimento em pesquisas no âmbito da ambiência animal, a campo e em ambientes controlados do ponto de vista da temperatura e umidade relativa do ar, a fim de lhes fornecer, condições satisfatórias para que possam demonstrar todo o potencial produtivo em forma de derivados úteis à indústria. Desta maneira, a definição dos índices de conforto térmico para caprinos, em especial os da raça Moxotó e Canindé, animais nativos da região semiarida brasileira, se mostra de maneira iminente; tais

estudos trarão uma nova visão das reais necessidades climáticas e produtivas para esses animais, aprimorando e desenvolvendo ainda mais a caprinocultura no semiárido nordestino; desta forma, a interação animal e o ambiente devem ser considerados quando se busca maior eficiência na exploração pecuária pois as diferentes respostas fisiológicas às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Logo, a identificação correta dos fatores que influenciam a vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permitirá ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, alimentação e reprodução, possibilitando sustentabilidade e viabilidade econômica da atividade.

Objetivo geral

Determinar as respostas fisiológicas de caprinos nativos das raças Moxotó e Canindé, em ambiente termicamente controlado.

Objetivos específicos

- Determinar e avaliar os pontos térmicos de transição entre conforto e estresse térmico;
- Determinar e avaliar os comportamentos fisiológicos da frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, temperatura da pele e do pelo em relação às temperaturas ambiente de 20, 24, 28 e 32 °C;
- Determinar e avaliar o consumo de água e de alimento nas temperaturas ambiente avaliadas.

2. Referencial teórico

2.1. O semiárido nordestino

Segundo Nogueira et al. (2010) o semiárido do nordeste brasileiro é considerado a região na qual as condições climáticas adversas prejudicam o desenvolvimento das atividades na agropecuária, gerando carências, principalmente nutricionais, que acometem parte de sua população, situação esta que se estende, também, aos rebanhos criados, cuja baixa produtividade se deve ao manejo alimentar, sanitário e reprodutivo deficiente. Outro fator que caracteriza tal região, ainda de acordo com Nogueira et al. (2010) diz respeito à má distribuição das chuvas na região semiárida do nordeste tornando os rebanhos mais vulneráveis à estacionalidade da produção e disponibilidade de alimentação, deixando os produtores locais sem muitas alternativas alimentares para os animais.

Nóbrega et al. (2011) comentam que o semiárido brasileiro se estende por todos os estados do Nordeste, ocupando cerca de 86% da região, além de parte de Minas Gerais e do Espírito Santo em área total que abrange cerca de 974.752 km²; apresenta clima tropical seco, com precipitação média anual de 700 mm e temperatura média do ar acima de 20 °C. A temperatura máxima se apresenta acima de 30 °C na maior parte do ano, chegando a 38 °C na estação mais quente. Para as condições de semiárido não existe uma alternativa “milagrosa”; suas potencialidades e formas de uso podem ser diferentes em função das particularidades específicas de cada uma delas. Temperaturas ambientais elevadas são verificadas durante grande parte do ano, na Região Nordeste, o que pode implicar em exposição dos animais ao estresse crônico, possibilitando desequilíbrio endócrino e, conseqüentemente, alteração do desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

2.2. Raças Moxotó e Canindé

De acordo com Gomes et al. (2008) enfatiza-se dentre os recursos genéticos disponíveis o potencial de uso das raças caprinas nativas. Tem-se, como pressuposto teórico, que os séculos de pressão de seleção natural promoveram elevado valor adaptativo em relação ao ambiente semiárido, com expectativa de maior eficiência na produção animal. A raça caprina Moxotó, em razão de maior número de animais nos Estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, vem recebendo prioridade nos estudos vinculados ao Programa de Conservação de Recursos Genéticos Caprinos e Ovinos do Semiárido Brasileiro, coordenado por instituições de pesquisa do Nordeste.

Estudos vêm sendo realizados com caprinos da raça Moxotó e Canindé, principalmente no Nordeste Brasileiro, em diversas áreas da bioclimatologia animal. Relativo à adaptabilidade climática e ao conforto térmico, em geral, com direcionamento aos índices produtivos, Santos et al. (2005), Souza et al. (2005), Ribeiro et al. (2006), Silva et al. (2006a,b,c), Furtado et al. (2008), Paulo et al. (2008), Ribeiro et al. (2008), Souza et al. (2008), Araújo et al. (2010) e Furtado et al. (2010) desenvolveram estudos direcionados à avaliação do consumo de água em condições térmicas diversas com pequenos ruminantes submetidos a campo, nas condições climáticas do semiárido Nordestino.

Souza et al. (2012) comentam que, em pesquisas realizadas no semiárido para avaliação da tolerância ao calor de raças exóticas foram utilizadas, como parâmetros algumas raças nativas, dentre elas a Moxotó. Várias provas de tolerância ao calor foram aplicadas em que, uma delas foi o ITC - Índice de tolerância ao calor (SOUZA et al., 2011). Santos et al. (2005) registraram, trabalhando com reprodutores, ITC = 9,4 e Silva et al. (2006) ITC = 9,8, em condições de ITGU ao sol = 98,9; 93,5, respectivamente, referindo-se a esses resultados como muito bons, considerando que o escore máximo para esse teste é 10,0 (dez).

2.3. Temperatura e estresse térmico em caprinos

O estresse calórico é um dos fatores limitantes da produção caprina nos trópicos, em particular no semiárido; para que esses animais se mantenham termicamente controlados, faz-se necessário o equilíbrio entre o ganho e a perda de calor. A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a temperatura retal que pode variar, nos caprinos adultos, de 38,5 a 40,0 °C (Souza et al., 2008).

O estresse calórico resulta em um decréscimo na produção de carne e leite, distúrbios reprodutivos e distúrbios alimentares. Esses processos decorrem em função dos efeitos da temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, vento e intensidade/duração do agente estressor. A capacidade do animal de resistir aos rigores do estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente através da temperatura retal e da frequência respiratória, uma vez que a temperatura ambiente representa a principal influência climática sobre essas duas variáveis fisiológicas seguida, em ordem de importância, da radiação solar, umidade relativa do ar e do movimento do ar (Pereira et al., 2011).

Gomes et al. (2008) citam que, o efeito do ambiente térmico e de diferentes níveis de suplementação sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó, criados em confinamento no semiárido nordestino, que os horários da tarde trazem temperaturas que sempre ficaram acima da zona de conforto térmico para caprinos; todavia, animais de raças nativas, a exemplo da raça Moxotó, pelo processo adaptativo à região semiárida desenvolvido ao longo da sua formação, têm expressado bons desempenhos produtivos e reprodutivos, mesmo em condições consideradas classicamente acima da zona de conforto; evento positivo para a raça e indicativo da necessidade de redefinições quanto aos parâmetros de adaptabilidade para as raças nativas do semiárido nordestino.

Sousa et al. (2005) citam que o impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas dos caprinos, resulta em um aumento percentual de 3,3 na temperatura retal e 194,0 na frequência respiratória, com alterações, respectivamente, de 38,6 para 39,9 °C e de 32,0 para 94,0 mov min^{-1} ; logo, a alta frequência respiratória pode ser uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos mas, caso seja mantida durante várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais.

A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos. Um aumento na temperatura retal (TR) significa que o animal está estocando calor e se este não é dissipado o estresse por calor se manifesta. Comumente, a frequência respiratória (FR) também é usada como parâmetro para medir o estresse térmico. Assim, se uma FR alta for observada e o animal foi eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse calórico (Sousa et al., 2005).

Santos et al. (2005) citam, em trabalhos com caprinos de raças exóticas e nativas que, independente da raça, o turno influenciou os parâmetros fisiológicos, mas à tarde a temperatura retal e a frequência respiratória foram mais elevadas. Baccari Júnior et al. (2001) relatam que, além das altas temperaturas, que expõem os animais ao estresse térmico, a ingestão de alimentos também influencia a produção de calor nos ruminantes e, ainda, que tanto a quantidade quanto a qualidade do alimento interferem na produção do calor endógeno, com consequente aumento das variáveis fisiológicas.

Kolb et al. (1987) ressaltam que o limite ótimo de temperatura para animais de interesse zootécnico é àquele dentro do qual se obtém o maior rendimento, com menor quantidade de alimento e perda mínima de animais; enfim, a quantidade de calor gerado em estado de repouso depende da temperatura ambiente.

Baccari Júnior (1996) cita que a avaliação da relação básica entre os animais e seu ambiente térmico começa com a zona de termoneutralidade, que é a faixa de temperatura ambiente efetiva dentro da qual o custo fisiológico é mínimo, a retenção da energia da dieta é máxima e o desempenho produtivo esperado também é máximo.

Silva et al. (2000) recomendam que a zona de conforto para caprinos deva estar situada entre 20,0 e 30,0 °C e umidade relativa entre 50,0 e 70,0 %. Souza et al. (2008) citam que a manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre o ganho e a perda de calor.

Na medida em que a temperatura ambiente aumenta, a eficiência da perda de calor sensível diminui em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente. Nesta situação o animal pode, até certo ponto, manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir o animal passa a depender da perda de calor por evaporação, através da respiração e/ou sudorese. Esta capacidade de perda de calor está relacionada com o gradiente térmico entre a temperatura superficial e a do meio (Souza et al., 2005).

2.4. Variáveis fisiológicas

Segundo Scarpellini & Bicego (2010) os animais homeotérmicos possuem mecanismos termorreguladores autonômicos, que permitem ao organismo evitar variações em sua temperatura corporal, mesmo que a temperatura ambiente sofra grandes alterações. Entre os mecanismos estão os de ganho (conservação e produção) e os de perda de energia na forma de calor. Referidos mecanismos são controlados pelo sistema nervoso central dos animais, em especial por uma região que se situa na transição entre o diencéfalo e o telencéfalo, de-

nominada área pré-óptica do hipotálamo anterior (APO), que contém neurônios especializados com extrema sensibilidade ao calor, que aumentam sua atividade com o aumento da temperatura ambiente, inibindo mecanismos de ganho e ativando mecanismos de perda de energia sob a forma de calor, exercendo importante papel integrador de todas as informações oriundas das várias regiões do organismo, além de ser inerentemente sensível às alterações térmicas locais; quando ocorre aumento ou redução extrema da temperatura ambiente, a temperatura corporal pode acompanhar essas alterações e não mais se manter em estado de conforto, mesmo com a ativação de mecanismos de perda ou de ganho de energia térmica, o que se caracteriza por quadros de hipertermia e hipotermia, respectivamente; as quais são condições resultantes de falhas do sistema termorregulador em manter o estado de conforto térmico corporal.

2.4.1. Temperatura retal

A temperatura corporal de animais homeotérmicos é mantida dentro de limites estreitos por uma série de mecanismos de regulação térmica, os quais incluem respostas fisiológicas e comportamentais ao ambiente. Entre o animal e o meio existe uma transferência de calor constante, dividida em calor sensível e calor insensível. A alta frequência respiratória pode ser uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos mas, caso seja mantido por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais.

Neiva et al. (2004) observaram, ao avaliar o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês, mantidos em confinamento em ambiente de sombra e sol, com diferentes níveis de volumoso e concentrado na dieta, o consumo de matéria seca foi superior para os animais mantidos à sombra, independente da quantidade de concentrado, os quais apresentaram maior ganho de peso. Com relação aos parâmetros

fisiológicos, observaram que a elevação da temperatura ambiente no turno da tarde exerceu influência sobre a temperatura retal e frequência respiratória. Portanto, mesmo no caso de animais de regiões tropicais o consumo, o ambiente e os parâmetros fisiológicos devem ser determinados a fim de que o desempenho dos animais não seja prejudicado, fato que também foi constatado por Santos et al. (2005) que citam que, independente da raça (exótica ou nativa), o turno influencia os parâmetros fisiológicos.

De acordo com Pereira et al. (2011) a temperatura retal é a medida que melhor expressa o desconforto animal, diante de determinado ambiente, pois representa a temperatura do núcleo central, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade dos animais domésticos. A temperatura retal normal em caprinos varia de 38,5 a 39,7 °C e vários fatores são capazes de causar variações normais na temperatura corporal, dentre eles a estação do ano e o período do dia.

Santos et al. (2005) comentam que, os caprinos da raça Moxotó possuem elevado índice de tolerância ao calor, ou seja, obtém-se desses animais, valor de ITC = 9,40. Furtado et al. (2008) concluíram, trabalhando a campo com caprinos Moxotó com o objetivo de determinar e avaliar o efeito das variáveis ambientais e níveis de suplementação nas variáveis fisiológicas, que no período da manhã os animais em sistema de semiconfinamento apresentaram temperatura retal de 39,5 °C, mais elevadas que os confinados (39,0 °C), mas nos dois períodos e sistemas de produção os animais mantiveram a temperatura retal dentro nos limites normais.

Santos et al. (2005) comentam, comparando caprinos da raça Moxotó e Boer, que o Moxotó possuem maior temperatura retal nos períodos da tarde (39,7 °C), tendo apresentado alta frequência respiratória não diferindo estatisticamente ($P>0,05$) da raça Boer (39,39°C), concluindo que o aumento da frequência respiratória não é suficiente para baixar a temperatura retal ao patamar de outras raças.

Gomes et al. (2008) relatam, trabalhando a campo com caprinos da raça Moxotó, que tais animais possuem alta capacidade de manutenção da temperatura retal mesmo quando submetidos a estresse térmico em que, a temperatura retal se manteve dentro dos níveis de normalidade considerada para a raça, ou seja, variou entre 38,7 e 39,7 °C.

Ribeiro et al. (2008) demonstraram, trabalhando com ovinos, que a temperatura retal normal desses animais variou de 38,5 a 39,9 °C, e vários fatores são capazes de causar variações nessa temperatura, entre os quais: idade, sexo, estação do ano, período do dia, exercício, ingestão e digestão de alimentos. Segundo Cesar et al. (2004) e Oliveira et al. (2005), a temperatura retal dos ovinos é afetada durante o dia e os animais mostram temperatura retal menor no período da manhã, comparados com o período da tarde.

2.4.2. Frequência respiratória (FR)

Os caprinos se utilizam do aumento da frequência respiratória como forma de manter sua homeotermia em temperatura elevada (Souza et al., 2005 e Gomes et al., 2008) e, segundo Reece (2006) a frequência respiratória em ovinos pode variar entre 20,0 a 34,0 mov/min, sendo um excelente indicador do estado de saúde ou de conforto térmico dos animais, porém deve ser adequadamente interpretada, uma vez que pode ser influenciada pela espécie, idade, exercícios, excitação e fatores ambientais. Assim, se ocorrer frequência respiratória alta e o animal for eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse calórico.

Esta variação na FR de raças de caprinos foi descrita por Souza et al. (2005) que, em trabalhos a campo, com diversas raças de caprinos, dentre elas a raça ½ Moxotó + ½ SRD, encontraram diferenças entre as frequências respiratórias dos grupos genéticos e afirmam que elas podem estar relacionadas com a individualidade fisiológica dos animais.

Silva et al. (2004) observaram, estudando parâmetros fisiológicos de caprinos no semi-árido, que a FR é influenciada pelo período do dia, sendo 30,0 e 49,0 mov min⁻¹ nos turnos da manhã e tarde, respectivamente. Quando ocorre elevação acentuada da temperatura ambiente os mecanismos termorregulatórios são acionados, aumentando a perda de calor na forma insensível, através da sudorese e/ou aumento da frequência respiratória. A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (Neiva et al., 2004)

Silva et al. (2006a) demonstraram, trabalhando a campo e analisando o efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos mestiços da raça Anglo-Nubiana, com caprinos sem padrão racial definido, no semiárido paraibano, que a FR apresentou-se acima da considerada fisiológica para a espécie, quando os animais foram mantidos em temperatura ambiente elevada, principalmente nos turnos da tarde, quando ativaram o sistema termorregulatório, promovendo maior perda de calor pela forma evaporativa através da respiração, ou seja, aumentaram a perda de calor na forma latente, através do aumento da FR e/ou da sudorese, na tentativa de manter a temperatura corporal dentro dos limites normais, evitando uma hipertermia.

Souza et al. (2010) relatam, trabalhando a campo com caprinos puros Saanen, valores médios nos períodos da manhã a 29,1 °C e da tarde, a 40,8 °C de 84,8 e 122,0 mov min⁻¹ respectivamente. Furtado et al. (2008) destacam que os caprinos da raça Moxotó confinados e não confinado, no período da manhã, apresentaram frequência respiratória média de 69,5 e 62,6 mov/ min. Brasil et al. (2000) verificaram, trabalhando com caprinos em condições de termoneutralidade e sob estresse térmico, que houve variação da frequência respiratória com relação ao período do dia, sendo a média no turno da tarde 173,8 mov min⁻¹ superior à do turno da manhã, que foi de 80,0 mov/min. De acordo com Radostits et al. (2002) um aumen-

to elevado da temperatura ambiente pode dobrar a frequência respiratória normal dos animais.

De acordo com Brasil et al. (2000) caprinos submetidos a estresse térmico aumentaram a frequência respiratória e diminuem o volume-corrente respiratório, obtendo maior volume-minuto respiratório ou taxa de ventilação. Em condições de estresse térmico, e ainda de acordo com Brasil et al. (2000) os caprinos estudados exibiram taquipinéia, nos turnos manhã e tarde, aumentaram o volume-minuto respiratório, a termólise-evaporativa respiratória e a sudorese, para promover a perda de calor do organismo na tentativa de manter a temperatura corporal dentro dos limites normais, pelos processos evaporativos respiratório e cutâneo e evitar a hipertermia.

Paulo et al. (2008) concluíram, analisando a correlação entre dieta e variáveis fisiológicas em caprinos Moxotó e Canindé, que todos os animais ativam ao serem submetidos a estresse térmico os mecanismos de termoregulação e os animais que receberam dietas mais energéticas elevaram a FR para aumentar a dissipação do calor gerado pelo alto teor de energia consumida. Kolb et al. (1987) comentam que nos ruminantes, quando a temperatura ambiente aumenta acima de 25,0 °C, a frequência respiratória também aumenta, atingindo seu ponto máximo com temperaturas acima de 35,0 °C, nas quais ocorrem cerca de 100,0 a 120,0 movimentos respiratórios por minuto. Com a aceleração da frequência respiratória aumenta a liberação do calor, ou seja, o ar inspirado é aquecido e a evaporação da água através das mucosas do canal respiratório, aumenta. Em cabras adultas em repouso a média de movimentos por minuto varia de 12,0 a 25,0.

2.4.3. Frequência cardíaca (FC)

De acordo com Manual Merck de Veterinária (1996) a frequência cardíaca média de caprinos é de 90,0 bat min⁻¹ podendo variar de 70,0 a 120,0 bat min⁻¹ e, nas ovelhas e cabras, a média da frequência cardíaca é de 70,0 a 80,0 batimentos por minuto. A FC pode ficar mais elevada por vários fatores, como a elevação da temperatura ambiente (Kolb et al., 1987) e a ingestão de grandes quantidades de alimento (Souza et al., 2005). O aumento da FC pode ser devido ao aumento da temperatura corpórea, fato que ocorre quando a temperatura ambiente aumenta acentuadamente. Quando a temperatura ambiente é alta, existe um aumento da intensidade do bombeamento ventricular, de modo que aumenta o fluxo sanguíneo da pele, permitindo maiores perdas de calor ocorrendo, nesta situação, um aumento do débito cardíaco. Silva (2000) cita que, quando um animal se encontra em estresse pelo calor, ocorre vasodilatação periférica, resultando em baixa pressão sanguínea e, em consequência, o trabalho cardíaco é incrementado ocasionando, nestes animais, aumento na FC.

Gomes et al. (2008) comentam, ao estudar as reações fisiológicas de caprinos Moxotó a campo alimentados com diferentes níveis de suplementação (0,5 e 1,5% do PV), que o aumento da frequência cardíaca dos animais está relacionado com o incremento calórico na dieta, e que níveis mais elevados de suplementação, elevam a FR, sendo que 13:00 h foi o horário em que se obteve a média de 112,6 bat min⁻¹, fornecendo-se ração com maior incremento calórico. Silva et al. (2011) encontraram, trabalhando à campo com o objetivo de comparar caprinos mestiços F1 Saanen com caprinos Boer, verificando o efeito das condições climáticas do semiárido paraibano sobre o comportamento fisiológico desses animais, diferenças significativas para a FC quando comparados os turnos manhã e tarde.

2.4.4. Temperatura superficial (TS)

De acordo com McDowell (1972), a condução térmica exerce grande importância no processo de dissipação de calor, desde o núcleo central até a superfície exterior do animal, tal como da superfície ao meio que o rodeia. A radiação e a convecção são também relevantes no processo, desde que a temperatura superficial supere o meio. Caso a temperatura do ar se eleve, o gradiente térmico entre a superfície e o meio, decresce. Como consequência, a temperatura superficial tende a elevar-se, reduzindo o gradiente térmico entre o núcleo central e a pele, implicando em diminuição de perda de calor por esses meios (perda de calor sensível) e aumentando por meio da evaporação (perda de calor insensível).

Silva et al. (2010) concluíram, trabalhando a campo com caprinos Moxotó e avaliando a adaptabilidade da raça ao semiárido através de diversos parâmetros fisiológicos, entre eles a temperatura superficial (TS), que os animais nos turnos da manhã possuem médias de TS menor (29,45 °C) que no período da tarde (31,34 °C). Este fato também foi confirmado por Souza et al. (2008), que, em trabalhos a campo na região semiárida, citam que a temperatura superficial média de caprinos $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, nos períodos da manhã e tarde, foi de 27,21 e 31,67 °C, respectivamente. Silva et al. (2001) relatam que os animais com pelagem mais escura estão mais sujeitos à elevação da TS e, em contrapartida, ao estresse calórico, que os animais de pelagem clara.

Para Ferreira et al. (2009) a pele tem papel fundamental na manutenção da homeostermia, através da perda de calor por meio da sudorese. À medida em que a temperatura ambiente se eleva a sudorese também se intensifica, o que ainda ocorre com a frequência respiratória evitando, desta forma, o acúmulo de calor no organismo animal, o que resultaria em redução do desempenho. Paulo et al. (2008) comentam, trabalhando à campo e avaliando o efeito de diferentes níveis de energia sobre os parâmetros fisiológicos e índice de adaptação

de caprinos nativos das raças Moxotó e Canindé, que em relação à temperatura superficial houve efeito significativo entre as raças analisadas, ou seja, os animais da raça Canindé apresentaram valores de temperatura superficiais mais elevadas que os animais da raça Moxotó, podendo ser explicado pelo fato dos animais desta raça apresentarem o pelame de cor escura, tendo assim uma absorção de calor maior que os animais da raça Moxotó, que apresentam o pelame de cor clara tendo, desta forma, maior facilidade de refletir os raios solares.

Sempre que a temperatura ambiente aumenta a eficiência da perda de calor sensível diminui, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente (Souza et al., 2008). Nesta situação o animal pode, até certo ponto, manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação, através da respiração e/ou sudorese, essa capacidade de perda de calor está relacionada com o gradiente térmico, entre a temperatura superficial e a do meio.

2.4.5. Ingestão de água e alimento

Para que se possa garantir o bom rendimento dos animais de interesse zootécnico, torna-se oportuno o fornecimento de água em quantidade e qualidade adequada pois sua carência, embora por curto período de tempo, leva à diminuição da ingestão de alimentos e, com isto, uma possível queda de produtividade. A necessidade de água está relacionada com a temperatura ambiente, haja vista que, quando a mesma está acima da zona de termoneutralidade do animal, dá-se incremento na necessidade de água. (Kolb et al., 1987).

Barreto et al. (2010) comentam que os fatores que afetam o consumo de água são calor, que promove aumento mais efetivo no consumo de água; consumo de matéria seca, que

mantém uma relação direta com o consumo de água; suplementação mineral, que aumenta o consumo, principalmente em fêmeas gestantes e lactantes e confinamento, sendo que animais estabulados tendem a aumentar o consumo em relação aos que estão em pastejo.

Furtado et al. (2010) constataram, avaliando o consumo de água por caprinos Moxotó, que os animais consumiram, em média, 0,94 kg de água por dia, de cujo total, 0,64 kg de água exposto ao sol e 0,30 kg em local sombreado, sendo que os caprinos Moxotó ingerem menos água quando comparados com caprinos das raças Azul e Graúna.

Souza et al. (2010) ressaltam, trabalhando com caprinos sem padrão de raça definida, que, ao submeter os animais a uma temperatura média de 27,1°C e umidade relativa média de 90,7%, os mesmos consumiram 0,55 kg de água ao dia. Abioja et al. (2010) comentam que em condições de temperaturas ambiente elevadas os animais aumentam a ingestão de água, sendo conveniente o oferecimento em quantidade e qualidade desejável. Silva et al. (2006) citam que o consumo de alimentos pelos animais é controlado por vários fatores, dentre eles os mecanismos fisiológicos, como o volume de ingestão no trato digestivo, a densidade energética de nutrientes no sangue e o estresse calórico.

Ribeiro et al. (2006) não encontraram, em pesquisa com caprinos Moxotó e Canindé em confinamento, submetidos a alimentação restrita e à vontade, diferença significativa entre raças, dietas ou da interação entre elas para nenhuma das variáveis analisadas no estudo. Os animais de ambas as raças apresentaram comportamento ingestivo semelhante, resultado que reflete, provavelmente, as semelhanças nas características corporais das duas raças, ou seja, caprinos Moxotó e Canindé atingem, na idade adulta, tamanho corporal muito próximo e possuem velocidade de crescimento semelhante, além de se tratar de animais submetidos às mesmas condições de ambiente no processo de adaptação ao semiárido do nordeste do Brasil.

A câmara climática é composta de vários equipamentos (Figura 2), uma unidade de refrigeração (a) de 18.000 btu/h, uma unidade de umidificação e desumidificação (b), um exaustor e um inflador localizados no teto da câmara para realizar a renovação do ar (c), uma unidade de aquecimento (d), quatro lâmpadas fluorescentes de 20 w cada uma, instaladas em calhas defletoras (e) controladas por fotoperíodo, um sensor responsável pela leitura da temperatura e umidade relativa e um sistema de controle (f) instalado em uma sala adjacente à câmara.

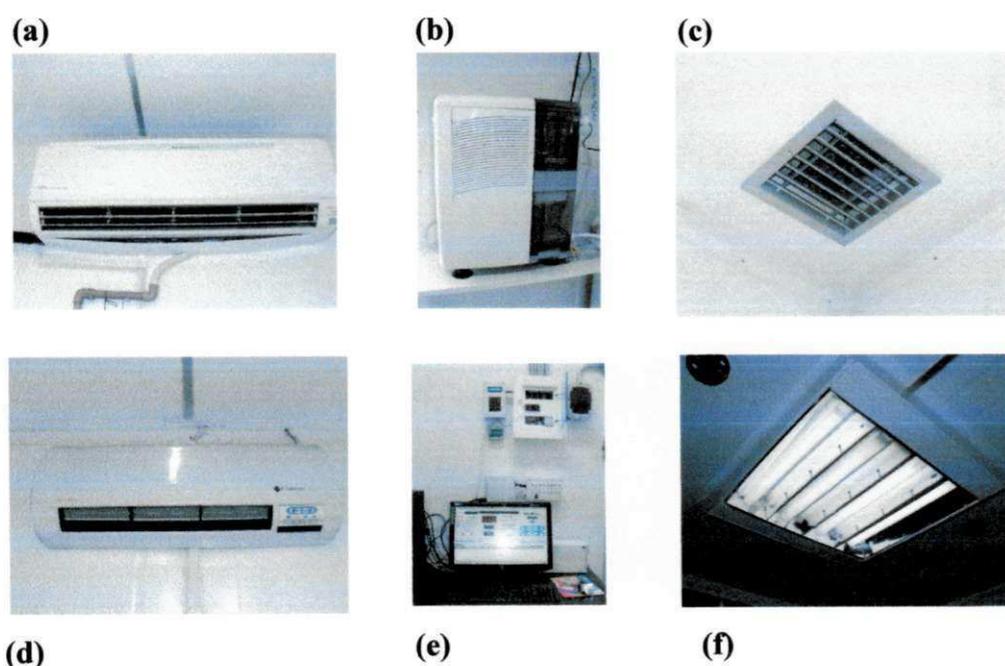


Figura 2 – Instrumentos e equipamentos instalados na câmara climática

3.2. Animais utilizados

Foram utilizados caprinos nativos machos castrados da raça Moxotó e Canindé (Figura 3), com idade média de seis meses e peso médio de $17,3 \pm 1,6$ e $16,6 \pm 1,9$ kg respectivamente; inicialmente todos os animais foram vermifugados.

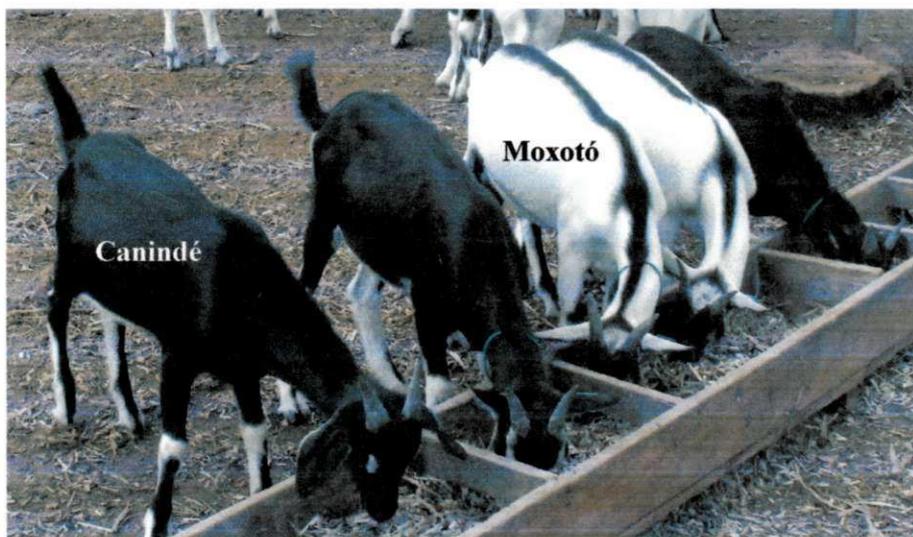


Figura 3 – Amostra dos animais da raça Canindé e Moxotó utilizados no experimento

Os animais foram mantidos em quatro baias individuais no interior da câmara climática (Figura 4). Este procedimento permitiu a análise individual do consumo de alimento e de água. Sobre o piso de cada baia foram utilizadas placas de borracha com 3 cm de espessura, contendo orifícios para escoamento de urina e fezes.

O arraçoamento dos animais foi realizado duas vezes ao dia, às 7h:00min e às 15h:00min, com ajuste diário do consumo de modo a permitir 20% de sobras, sendo fornecidas duas porções 0,5 kg ao dia, totalizando 1,0 kg dia/animal; o consumo foi quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 horas. A água foi fornecida uma vez ao dia, em uma porção de 2,0 kg por animal, sendo o consumo quantificado de acordo com o total fornecido menos as sobras no período de 24 horas; a quantidade de água foi pesada em balança de precisão.

Os animais foram submetidos a um sistema 10/14, em que permaneciam dez horas em confinamento (8h:00min às 18h:00min) para coleta dos parâmetros fisiológicos e quatorze horas (18h:00min às 8h:00min) para recomposição das funções fisiológicas em temperatura ambiente. Após o término do período diário de 10 horas de experimentação os animais

permaneciam no interior da câmara. Para cada animal foi disponibilizado $0,92 \text{ m}^2$ (Figura 4). A ração fornecida foi à base de Feno de Tifton (*Cynodon dactylon*, (L) Pers) constituindo 43,0% do volume total, farelo de milho (26,6 %), melaço (2,5%), farelo de Soja (24,0%), óleo de soja (2,0%), sal mineral (1,5 %) e calcário calcítico (0,4 %) de acordo com NRC (2007).

A higienização da instalação se iniciava diariamente, às 6h:00min, com duração de uma hora; em seguida, era fornecida a primeira ração do dia e duas horas após o fornecimento da ração, quando os animais se encontravam em estado de ócio ou ruminação, realizava-se a primeira coleta dos parâmetros fisiológicos.

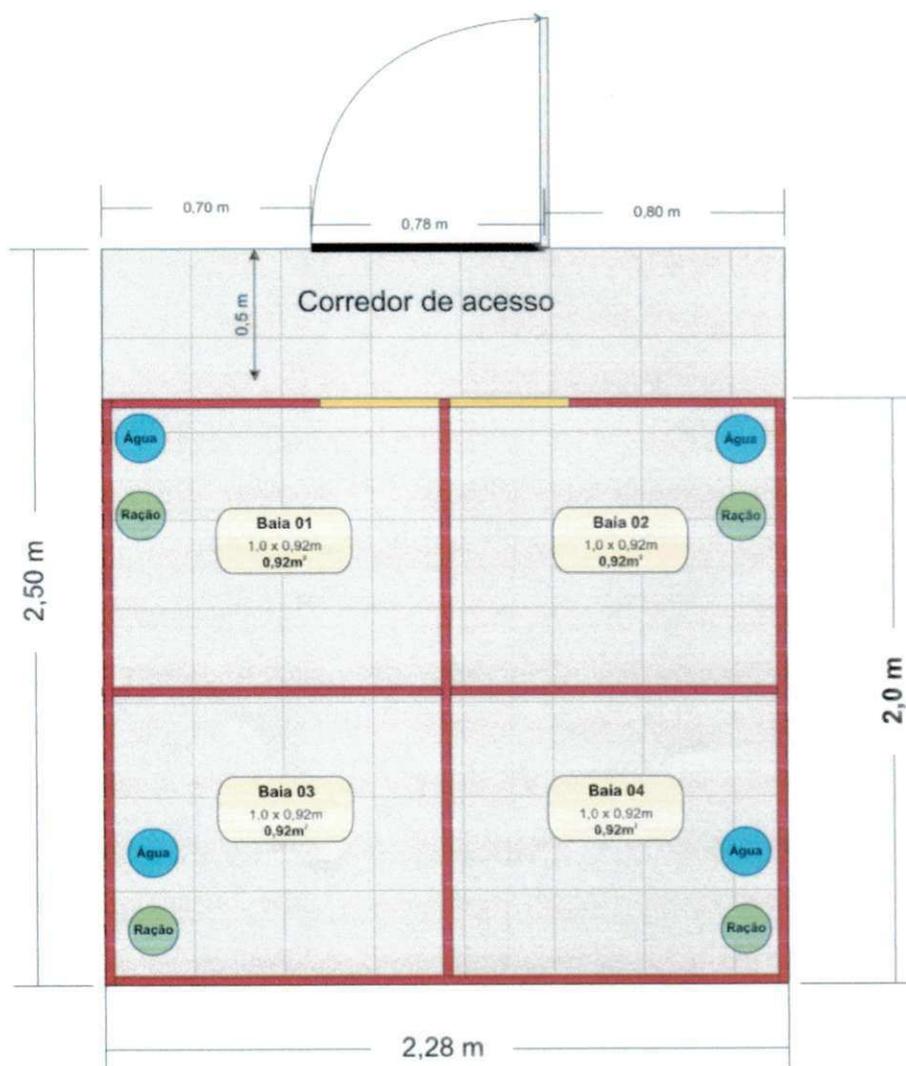


Figura 4 – Layout de confinamento individual dos animais

3.3. Variáveis fisiológicas analisadas

Diariamente, três coletas de dados foram realizadas às 9h:00min, 13h:00min e 17h:00min, coletando-se a *Temperatura Retal* (TR - °C) e se utilizando um termômetro clínico veterinário com escala até 44 °C, introduzido 5 cm no reto do animal, permanecendo pelo tempo de um minuto; a *Temperatura Superficial do pelame* (T_{pelo} - °C), obtida através do somatório das médias da temperatura nas seguintes regiões do corpo de cada animal: frente, pescoço, lombo, costado, ventre e canela, foi determinada por meio de um termômetro infravermelho digital e o resultado expresso em graus centígrados. A *Temperatura Superficial da pele* (T_{pele} - °C) foi obtida através de raspagem de aproximadamente 4 cm² de pelo da região do costado de cada animal, obtendo-se a medida real da temperatura da pele com o auxílio de um termômetro infravermelho digital; a *Frequência Respiratória* (FR) foi obtida pela auscultação indireta das bulhas, com auxílio de um estetoscópio flexível a nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos e o valor multiplicado por quatro obtendo-se, assim, a FR, em um minuto (mov min^{-1}); o procedimento para a obtenção da *Frequência Cardíaca* (FC) foi com o auxílio de um estetoscópio flexível, colocado diretamente na região torácica esquerda, à altura do arco aórtico, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos; o valor obtido foi multiplicado por 4 para determinação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bat min^{-1}).

As variáveis, consumo de alimento e de água, foram monitoradas diariamente, subtraindo-se o total fornecido com as respectivas sobras, quantificando o consumo exato por animal. A água foi fornecida aos animais em baldes de plástico, com capacidade de 10 kg de armazenagem de líquido, fornecendo-se um total de 2 kg de água por animal ao dia. A ração foi fornecida em duas parcelas de 500 g/dia, às 8h:00min e às 15h:00min. As sobras de água e ração eram pesadas pela manhã e logo em seguida descartadas.

3.3.1. Determinação do ponto de estresse (DPE)

Objetivou-se, com a DPE, localizar os pontos de ajustes fisiológicos dos animais em relação a uma elevação abrupta de temperatura ambiente. Para o cálculo foi tomada como base, a medida fisiológica do animal em que o valor em condições isentas de estresse tenha sido $M_{conforto}$ (Média Fisiológica de Conforto), e a média calculada levando-se em consideração, todos os valores médios anteriormente coletados, mais o desvio padrão antes do pico de estresse avaliado e o P_{max} (Ponto fisiológico máximo atingido), ou seja, para este valor utilizou-se apenas o maior valor atingido pela variável fisiológica em estudo ou a média aritmética dos maiores valores logo, a DPE do animal foi expressa de acordo com a equação (1). O cálculo desta equação se fez necessário para sua aplicação na equação de regressão, que representa a elevação abrupta de temperatura avaliada.

$$Dpe = \frac{P_{max}}{M_{conforto}} \quad (1)$$

O valor resultante da divisão de P_{max} por $M_{conforto}$ foi utilizado posteriormente na equação de regressão da reta, quando se forneceram meios para previsão das temperaturas responsáveis pela elevação da variável fisiológica em análise. A utilização da DPE neste trabalho foi utilizada em momentos de detecção de elevação abrupta no comportamento fisiológico do animal na temperatura ambiente analisada.

A principal vantagem da utilização da DPE consistiu na possibilidade de predição de uma possível correlação entre temperatura ambiente e percentuais de desconforto térmico, sentido pelos animais. Após a determinação da DPE e através das compilações estatísticas previamente realizadas, os gráficos foram plotados no *Microsoft Excel*, predizendo os pontos de transição entre conforto e estresse térmico. O procedimento, como definido na equação

(1) é a medida de como uma condição do animal se posicionou em relação ao seu estado de conforto, ou seja, quando DPE se aproximou da unidade a condição do animal foi considerada estável e/ou de conforto, levando-se em consideração os comportamentos fisiológicos médios anteriores. Valores crescentes e diferentes da unidade representaram não só as localizações pontuais no gráfico que elevaram a variável fisiológica ao pico máximo, mas puderam ser utilizadas para quantificar sua intensidade.

3.3.2. Categorização do estresse térmico com base no índice de temperatura e umidade (ITU)

A categorização do estresse térmico em caprinos da raça Canindé e Moxotó, foi aplicada nas variáveis fisiológicas que apresentaram comportamentos significativamente alterados pela temperatura ambiente. Foram utilizados o índice de temperatura e umidade, de acordo com a equação desenvolvida originalmente por Thom (1959): $ITU = Tbs + 0,36 Tpo + 41,2$, em que Tbs é a temperatura de bulbo seco (°C) e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C). Os níveis percentuais da categorização do estresse fisiológico levaram em consideração o valor da DPE com relação à variável fisiológica em análise, bem como os valores de conforto térmico citados por Baêta (1985), em que valores até 74 definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa e acima de 84, emergência tendo como base, as médias de conforto fisiológico que cada variável apresentou ao longo das avaliações. Desta forma, a categorização do estresse fisiológico foi aplicada como segue: E_{F1} = Situação de alerta (ITU de 74 a 78), E_{F2} = Situação perigosa (ITU de 79 a 84) e E_{F3} = Situação emergencial (ITU acima de 84).

3.3.3. Variáveis climatológicas

As variáveis climatológicas, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, foram coletadas automaticamente através do sensor MT-530 SUPER, localizado no interior da câmara climática. As informações foram enviadas para o software de monitoramento da câmara, resultando em um quantitativo de 17.280 dados para cada variável climática ao dia. As temperaturas ambiente e a umidade relativa do ar previamente determinadas como padrão em 20, 24, 28 e 32 °C e UR de 60%, foram substituídas pelas médias obtidas dos valores coletados; logo, as temperaturas ambiente utilizadas nos procedimentos estatísticos e nas análises dos parâmetros fisiológicos, foram: 20,6; 24,8; 27,8 e 31,6 °C com UR em 60% \pm 5.

As temperaturas do ar propostas neste experimento foram determinadas com base na zona de conforto térmico dos caprinos estudados a campo, por Silva et al. (2000) em que se definiram entre 20 e 30 °C e umidade relativa entre 50 e 70%.

3.4. Tratamentos estatísticos

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial 2 raças, 4 níveis de temperatura e 6 repetições, de acordo com o diagrama de planejamento do experimento (Figura 5). Foram utilizados 12 animais, sendo seis Moxotó e seis Canindé, obtendo-se o total de 48 parcelas. Os animais foram submetidos a um período de adaptação às instalações de 4 dias para cada temperatura estudada e mais três dias de coleta de dados de todos os parâmetros fisiológicos, bem como o consumo de água e de alimento, totalizando 7 dias de experimentação para cada temperatura ambiente, obtendo-se 28 dias de experimentação para cada bloco experimental R1, R2 e R3 (Figura 5). Em cada bloco experimental, foram utilizados dois animais da raça Canindé e dois da raça Moxotó, ao término de cada

bloco; esses animais foram abatidos, dando lugar a um novo grupo, composto pelo mesmo quantitativo de animais.

Para composição do arquivo de dados, estudo descritivo das variáveis, análises de variância e verificação das pressuposições para as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA); as médias foram comparadas pelo teste de Turkey a 5% de significância.

Ao término de cada repetição os animais foram abatidos, dando lugar a quatro novos animais com características semelhantes

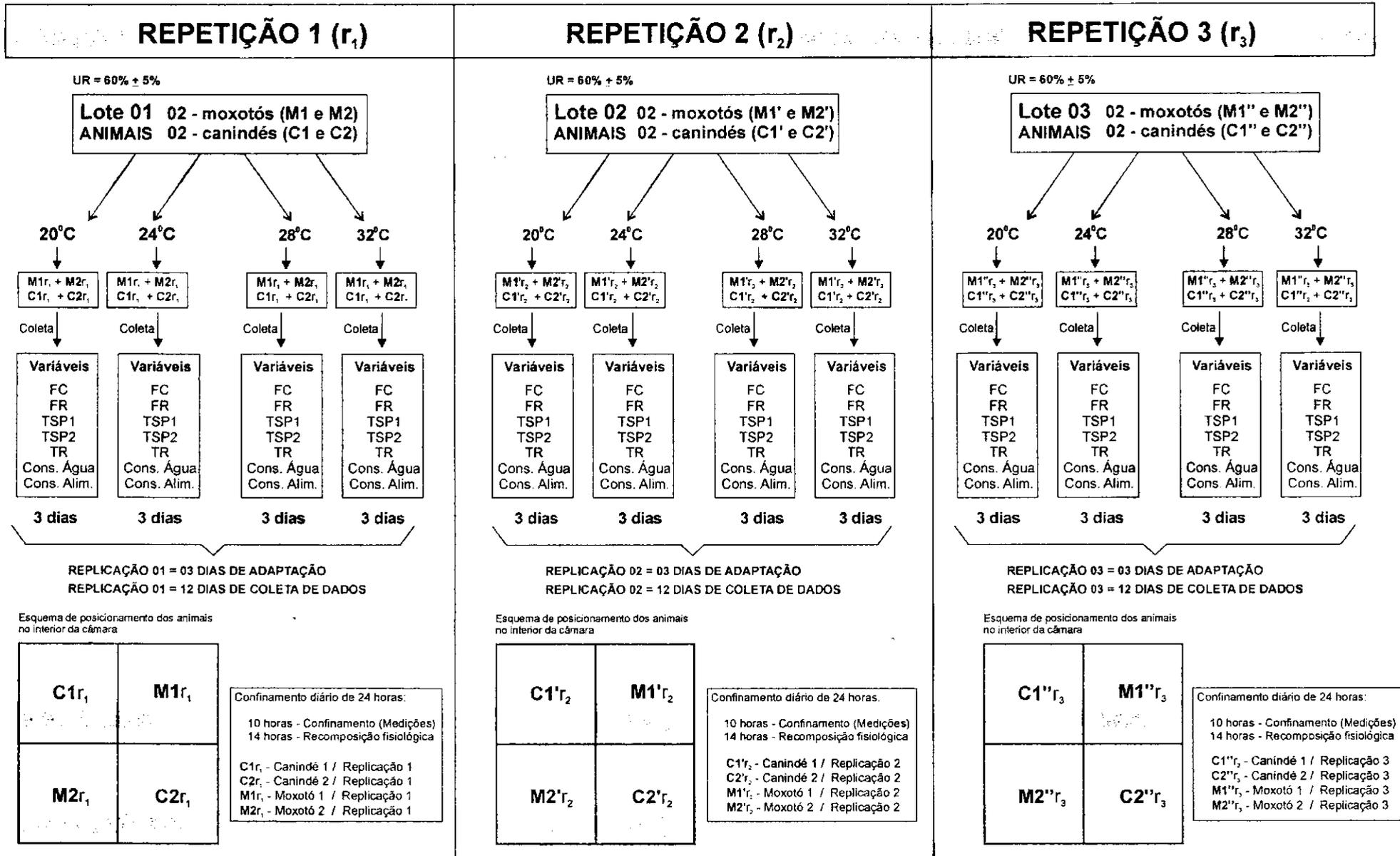


Figura 5. Diagrama do planejamento experimental utilizado

4. Resultados e Discussão

4.1. Variáveis climatológicas

Neste item, foram fixadas previamente, quatro temperaturas ambiente de 20, 24, 28 e 32 °C e UR em 60% (Tabela 1), porém a temperatura e a umidade relativa do ar sofreram oscilações constantes, acima e abaixo da determinada como padrão. Fatores como manejo dos animais e seus processos fisiológicos, como respiração, transpiração e micção constantes, alteraram a temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara climática. Brionísio (2006) cita que no interior de câmaras climáticas as temperaturas sofrem variações ao longo do tempo, bem como a umidade relativa do ar, que é altamente dependente da temperatura. Mesmo com possíveis flutuações na temperatura ambiente e na umidade relativa do ar, Muller (1989) descreve que nas avaliações fisiológicas envolvendo animais em câmaras climáticas é possível a análise individual ou em conjunto das variáveis climatológicas gerando, desta maneira, resultados com grande precisão experimental, possibilitando a observação de pequenas diferenças no comportamento fisiológico.

Nas condições experimentais deste trabalho as oscilações fizeram com que o sistema eletrônico de controle da temperatura e umidade relativa do ar da câmara climática se mantivesse constantemente ativo, a fim de manter essas variáveis ambientais próximas à determinada como padrão. Os valores determinados como padrão (Tabela 1) se apresentam na forma fixa para a temperatura ambiente especificada e para a umidade relativa do ar, no entanto, tais variáveis se comportaram de forma dinâmica, oscilando para mais e para menos em todo o período experimental conforme mencionado por Brionísio (2006).

Tabela 1. Médias das variáveis climáticas, temperatura do ar especificada (T), temperatura mínima (T_{\min}), temperatura máxima (T_{\max}), velocidade do vento (Vv), umidade relativa do ar determinada (URd), umidade relativa do ar mínima (UR_{\min}), umidade relativa do ar máxima (UR_{\max}) em todo o período experimental

Variáveis Climatológicas	Valores obtidos			
	T (°C)	T_{\min} (°C)	T_{\max} (°C)	$T_{\text{média}}$ (°C)
Temperaturas do Ar (°C)	20,0	18,6	22,7	20,6
	24,0	22,8	26,9	24,8
	28,0	26,4	29,1	27,8
	32,0	30,6	32,7	31,6
Velocidade do vento (Vv - m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5
Umidade relativa do ar (%)	UR especificada (%)	UR_{\min} (%)	UR_{\max} (%)	$UR_{\text{média}}$ (%)
UR (%) a 20,6 °C	60,0	46,5	76,4	61,4
UR (%) a 24,8 °C	60,0	48,5	77,6	63,5
UR (%) a 27,8 °C	60,0	46,6	70,2	58,4
UR (%) a 31,6 °C	60,0	48,2	67,6	57,9

Conforme estabelecido nos procedimentos metodológicos, as temperaturas do ar nas quais os animais foram submetidos são: 20,6; 24,8; 27,8 e 31,6 °C referente a $T_{\text{média}}$ (Tabela 1). A UR especificada (Tabela 1) foi estabelecida como padrão em 60% nas quatro temperaturas; no entanto e conforme já evidenciado por Brionísio (2006), manter a umidade relativa do ar fixa em câmaras climáticas é muito difícil; desta forma, a UR sofreu em todo o experimento oscilações para mais (UR_{\max}) e para menos (UR_{\min}); contudo, nota-se que UR média se manteve próxima da UR especificada. Filho et al. (2011) verificaram, trabalhando com ovinos da raça Santa Inês em câmara climática, a impossibilidade em manter as variáveis bioclimatológicas fixas em escalas padrão, havendo variações para mais e para menos em todo o decorrer dos experimentos.

À medida em que a temperatura do ar aumentou verificou-se tendência da umidade relativa do ar em diminuir (Tabela 1); no entanto, evidenciou-se que a 24,8 °C, a UR do ar atingiu uma média de 63,5% maior que a média anterior com TA mais baixa de 20,6 °C; presume-se, então, que este fato esteja relacionado com as características fisiológicas dos capri-

nos, ou seja, quando submetidos às temperaturas que estejam dentro da zona de conforto térmico, os animais se expressam fisiologicamente, de maneira mais natural, consumindo alimentos e água de forma mais regular, transpirando e respirando mais adequadamente, urinando e defecando em volumes proporcionais diários; sendo assim, esses incrementos de fatores fisiológicos no interior de uma câmara climática podem contribuir para o aumento da UR em seu interior; verifica-se, então, que a UR continua a decrescer à medida em que a TA aumenta.

4.2. Variáveis fisiológicas

Conforme os coeficientes de correlação entre as variáveis climáticas e as fisiológicas apresentadas pelos animais (Tabela 2) verifica-se forte correlação entre a temperatura do ar com as respostas fisiológicas apresentadas pelos animais. A FC e FR apresentaram correlação positiva com o aumento da temperatura, fato também comprovado em estudos com caprinos Canindé e Moxotó realizados por Furtado et al (2008), Gomes et al (2008), Paulo et al. (2008), Souza et al. (2008 a e b) e Barreto et al. (2011), evidenciando a importância desta variável climática nas respostas produtivas desses animais; porém, mesmo com forte correlação positiva com a FC, FR, T_{pelo} e T_{pele} , nota-se que a temperatura ambiente não apresenta forte correlação com a TR fisiológica nem com o consumo de alimento dos animais. Este dado denota que os animais se utilizaram da FC e FR como elementos prioritários para o controle e manutenção da TR fisiológica em níveis adequados à espécie, bem como mostra que esses animais se encontram bem adaptados ao calor, pelo fato da TR e de consumo de alimento não terem sido influenciados significativamente pela temperatura do ar.

Tabela 2. Resumo dos coeficientes de correlação referentes às variáveis frequência cardíaca (FC, bat min⁻¹), frequência respiratória (FR, mov min⁻¹), temperatura da superfície do pêlo (Tpelo, °C), temperatura da pele (Tpele, °C), temperatura retal (TR, °C), consumo de alimento (C.alim., kg/animal) e consumo de água (C.água, kg/animal)

	Temp.	Umid.	FC	FR	Tpelo	Tpele	TR	C.alim.	C.água
Temp.		-0.72394 <.0001	0.77418 <.0001	0.77582 <.0001	0.97002 <.0001	0.82725 <.0001	0.57207 <.0001	-0.07525 0.6112	0.50056 0.0003
Umid.	-0.72394 <.0001		-0.53538 <.0001	-0.62192 <.0001	-0.77022 <.0001	-0.54824 <.0001	-0.54322 <.0001	0.12733 0.3885	-0.30085 0.0377
FC	0.77418 <.0001	-0.53538 <.0001		0.92207 <.0001	0.75408 <.0001	0.54457 <.0001	0.74409 <.0001	-0.10971 0.4579	0.46052 0.0010
FR	0.77582 <.0001	-0.62192 <.0001	0.92207 <.0001		0.75445 <.0001	0.54627 <.0001	0.78036 <.0001	-0.00633 0.9660	0.49965 0.0003
Tpelo	0.97002 <.0001	-0.77022 <.0001	0.75408 <.0001	0.75445 <.0001		0.83517 <.0001	0.54405 <.0001	-0.03364 0.8205	0.52626 0.0001
Tpele	0.82725 <.0001	-0.54824 <.0001	0.54457 <.0001	0.54627 <.0001	0.83517 <.0001		0.39750 0.0051	0.11261 0.4460	0.55543 <.0001
TR	0.57207 <.0001	-0.54322 <.0001	0.74409 <.0001	0.78036 <.0001	0.54405 <.0001	0.39750 0.0051		0.00716 0.9615	0.44178 0.0017
C. alim.	-0.07525 0.6112	0.12733 0.3885	-0.10971 0.4579	-0.00633 0.9660	-0.03364 0.8205	0.11261 0.4460	0.00716 0.9615		0.19026 0.1952
C. água	0.50056 0.0003	-0.30085 0.0377	0.46052 0.0010	0.49965 0.0003	0.52626 0.0001	0.55543 <.0001	0.44178 0.0017	0.19026 0.1952	

A umidade relativa do ar apresenta-se com uma correlação negativa entre todas as variáveis em estudo, com exceção do consumo de alimento, que se apresentou positiva, porém com reduzido nível de correlação. Ao correlacionar as variáveis fisiológicas FR e FC nota-se que ambas se apresentaram com alto nível de correlação (0,92) denotando que se encontraram sincronizadas em prol da manutenção, por exemplo, da TR fisiológica; outro fator a ser verificado é que as FC e FR se apresentam com valores muito semelhantes ao serem correlacionadas com a temperatura ambiente, reforçando o forte sincronismo dessas duas variáveis.

Verifica-se que os animais avaliados neste experimento não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$), em nenhuma das variáveis fisiológicas analisadas, tal como para o consumo de água e alimento (Tabela 3). Esses dados retratam que ao longo da adaptação evolutiva desses animais e pelo fato de serem oriundos de regiões semiáridas, as variáveis fisiológicas também evoluíram de maneira equivalente fazendo com que os caprinos da raça Canindé e Moxotó tenham comportamento fisiológico semelhante. Logo, tais semelhanças foram verificadas também por Barreto et al. (2011) em que as raças Canindé e

Moxotó apresentaram semelhanças comportamentais em relação às variáveis fisiológicas; desta forma, Ribeiro et al. (2006) comentam que semelhanças fisiológicas entre Canindés e Moxotós presentes principalmente na fase adulta, com tamanho corporal muito próximo e possuidores de velocidade de crescimento semelhantes, são devidas, provavelmente, às condições ambientais às quais as duas raças foram submetidas no processo de adaptação quando trazidas ao semiárido nordestino.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrão referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura das variáveis frequência cardíaca (FC, bat min⁻¹), frequência respiratória (FR, mov min⁻¹), temperatura da superfície do pelo (Tpelo, °C), temperatura da pele (Tpele, °C), temperatura retal (TR, °C), consumo de alimento (C.alim, kg/animal) e consumo de água (C.água, kg/animal)

Fatores	Variáveis Fisiológicas						
	FC	FR	Tpelo	Tpele	TR	C.alim.*	C.água*
Raça (R)							
Canindé	84,08± 13,84a	53,5 ± 50,33a	28,02 ± 4,09a	31,19 ± 3,40a	39,55 ± 0,16a	2,06 ± 0,4a	3,27 ± 1,03a
Moxotó	83,12±13,95a	52,45± 48,55a	28,51 ± 4,08a	31,86 ± 3,71a	39,52 ± 0,21a	2,25 ± 0,31a	3,07 ± 1,06a
Média Geral	83,60	52,97	28,26	31,52	39,53	2,15	3,17
Temperatura (T)							
20.6	72,83±3,21b	24,0± 2, 211b	23,09 ± 0,92d	26,9 ± 2,28c	39,48 ± 0,09a	2,19 ± 0,42a	2,56 ± 0,78b
24.8	78,91± 5,56b	24,16 ± 1,58b	26,29 ± 1,08c	31,12 ± 2,99b	39,41 ± 0,13a	2,21 ± 0,42a	3,07 ± 0,86b
27.8	78,41± 4,25b	29,00 ± 4,59b	30,28 ± 1,11b	33,31 ± 0,96a	39,47 ± 0,12a	2,05 ± 0,42a	2,93 ± 0,86b
31.6	104,25 ± 10,25a	134,75 ± 21,3a	33,4 ± 0,36a	34,76 ± 0,4a	39,79 ± 0,13a	2,16± 0,16a	4,12 ± 1,03a

- Médias seguidas das mesmas letras dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

* Os valores dessas variáveis são referentes à média geral acumulada do consumo, nas três repetições

4.2.1. Frequência cardíaca (FC)

De acordo com a média da frequência cardíaca (FC) dos animais (Tabela 3), entre as raças, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$), sendo a média geral de 83,6 bat min⁻¹, valor considerado normal para a espécie, de acordo com Manual Merk de Veterinária (1996), que cita uma média de FC para caprinos de 90 bat min⁻¹, podendo variar de 70,0 a 120,0 bat min⁻¹. Souza et al. (2005) citam em trabalho com caprinos nativos no semiárido, que a mé-

dia da FC apresentada pelos animais foi de $83,0 \text{ bat min}^{-1}$, semelhante à da presente pesquisa, e que este valor também foi considerado normal.

Analisando as temperaturas ambiente isoladamente (Tabela 3), verifica-se que a FC não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), para os três primeiros níveis, ou seja, $20,6$, $24,8$ e $27,8 \text{ }^\circ\text{C}$, que foram de $72,83 \pm 3,21 \text{ bat min}^{-1}$, $78,91 \pm 5,56$ e $78,41 \pm 4,25 \text{ bat min}^{-1}$, respectivamente, com média de $76,71 \pm 5 \text{ bat min}^{-1}$, mas essas diferiram da TA de $31,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Essas três primeiras temperaturas podem ser consideradas dentro de zona de conforto térmico (Silva et al., 2000) e, apesar de não ter havido diferença significativa entre as três temperaturas iniciais, verifica-se um acréscimo médio de 6 bat min^{-1} entre a temperatura de $20,6$ e $24,8 \text{ }^\circ\text{C}$, subindo respectivamente de 72 para 78 bat min^{-1} .

Souza et al. (2005) mencionam, trabalhando a campo, que em temperatura ambiente de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e UR média de 51% , os caprinos Moxotó apresentam uma FC média de 121 bat min^{-1} , valor este acima do verificado neste trabalho, em que em temperatura ambiente média de $24,8 \text{ }^\circ\text{C}$ e UR média de $63,5\%$, os animais apresentaram uma FC de 78 bat min^{-1} . Esta discrepância na comparação dos dados, se deve provavelmente, às condições ambientais nas quais os experimentos foram realizados, ou seja, apesar de serem animais da mesma raça as variáveis climáticas, manejo alimentar e a fisiologia dos animais, interferem nos resultados fato este reforçado por Detweiler (1988), que cita que, a frequência cardíaca pode apresentar valores variados, em virtude das diferentes condições ambientais. Kolb et al. (1987) citam que o aumento da frequência cardíaca em ruminantes só ocorre quando a temperatura ambiente se eleva acima de 38°C , contrário ao que ocorreu no presente experimento pois os caprinos apresentaram aumento da FC de maneira significativa a uma temperatura ambiente média de $31,6^\circ\text{C}$.

Constata-se que houve um comportamento relativamente harmônico em relação aos quantitativos dos batimentos cardíacos no decorrer dos três primeiros estágios de temperatu-

ras (Figura 6-A), porém na transição entre a temperatura ambiente de 27,8 para 31,6 °C, a FC média se elevou de 74 para 115 bat min⁻¹, atingindo o valor máximo de 118 bat min⁻¹, apresentando amplitude, neste intervalo de temperatura, de 44 bat min⁻¹. Nesta situação os animais se apresentaram em estado ofegante, deitados, letárgicos, com cabeça baixa e os membros frontais estirados no piso, como tentativa de eliminação do excesso de calor através de trocas térmicas com o solo.

Souza et al. (2010) observaram em experimentos com caprinos a campo, que os animais apresentam valores de 122 bat min⁻¹ para FC a uma temperatura média do ar de 40,8 °C; nas condições avaliadas neste experimento os animais apresentaram uma FC máxima de 118 bat min⁻¹ com temperatura média de 31,6 °C; no entanto, o fator de diferenciação comportamental dos animais entre os experimentos é devido às características climáticas internas de uma câmara, onde há grande saturação de ar aquecido em temperaturas médias de 32 °C e baixa capacidade de renovação do ar ao comparar com valores em experimentos a campo.

Nota-se que os animais elevaram a FC no início do estresse térmico (115, 116 e 118 bat min⁻¹), sendo que, posteriormente, verificou-se uma reação fisiológica por parte dos animais na redução dessa variável (Figura 6-A), ou seja, foram ativados outros mecanismos de termorregulação corporal ou de adaptação a esta nova temperatura, apesar disto, tais mecanismos não foram mais capazes de diminuir a FC às médias anteriores (76 bat min⁻¹), demonstrando que os animais, mesmo se adaptando ao estresse térmico, conseguem ajustar-se moderadamente por períodos curtos de tempo a altas temperaturas.

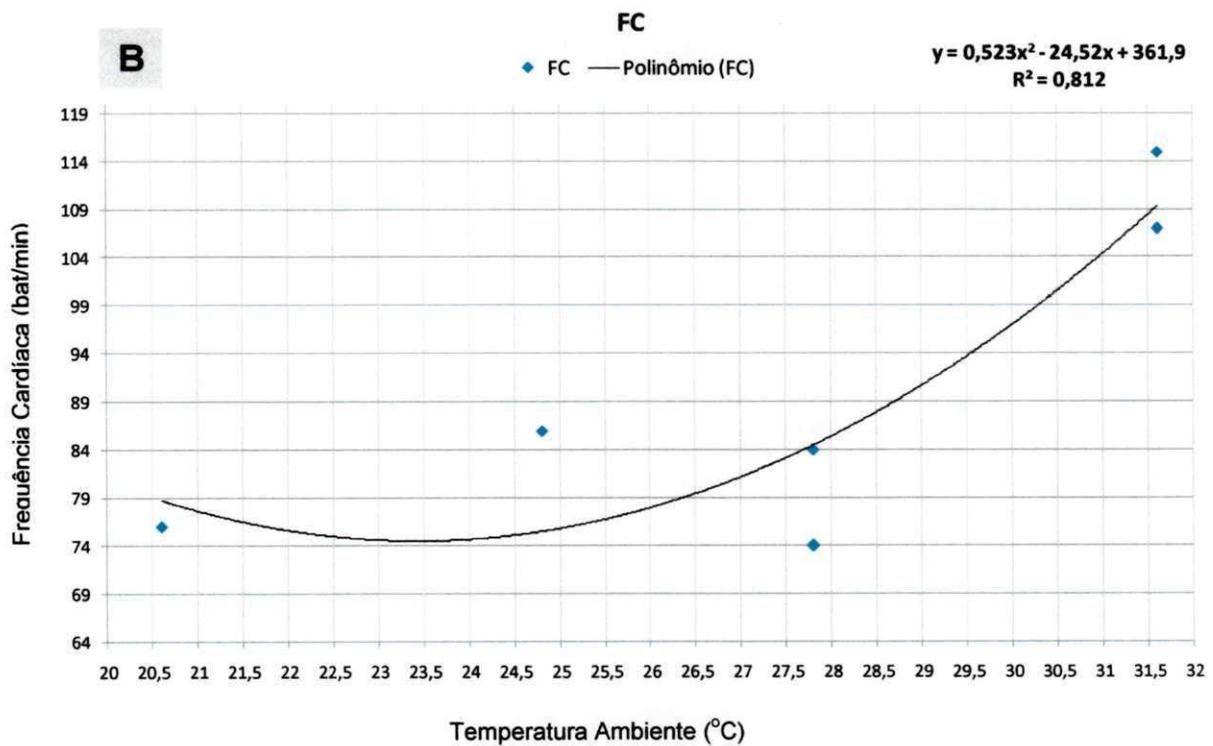
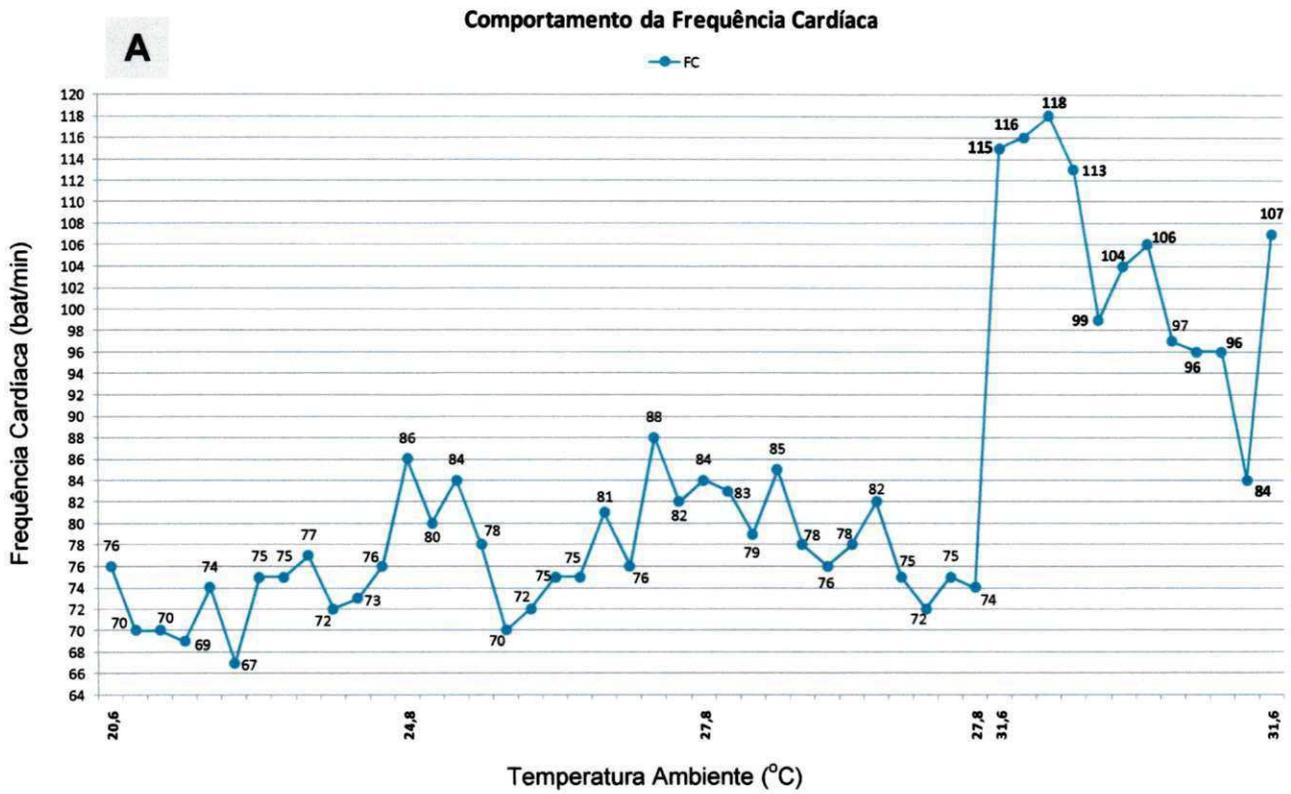


Figura 6. A - Comportamento da frequência cardíaca ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente
B - Gráfico da medida de dispersão da FC

Verificam-se na Figura 6-A, os pontos que representam o comportamento fisiológico da FC ao longo de todo o procedimento experimental, cada um é, a representação da média aritmética de coletas realizadas. Na análise de regressão o modelo polinomial (Figura 6-B) mostrou-se mais adequando para a análise do comportamento das variações da FC, em função da temperatura ambiente.

O comportamento da FC foi significativamente alterado pela variação da temperatura ambiente diante da elevação de 27,8 para 31,6 °C (Figura 6 - A); analisando o comportamento da FC em relação a TA neste intervalo de temperatura (Figura 7), o ponto de cruzamento dos eixos xy ($A = 81 \text{ bat min}^{-1}$), representa o comportamento de conforto dos animais ao longo do experimento, e o ponto B, com 118 bat min^{-1} , representa o máximo de estresse cardíaco verificado. Através das médias fisiológicas (76 bat min^{-1}) e respectivo desvio padrão ($\pm 5 \text{ bat min}^{-1}$), os animais podem ser considerados dentro da faixa de conforto (FC_{conforto}), até o valor de 81 bat min^{-1} , sendo que valores acima deste são considerados estresse térmico. Para a determinação dos pontos de estresse (Tabela 4), utilizou-se o procedimento de cálculo através da DPE e categorização do desconforto térmico mencionado por Baêta (1985).

Tomando por base que até o valor de 81 bat min^{-1} os animais não apresentaram valores elevados da frequência cardíaca (Kolb et al.,1987 e Manual Merck de Veterinária,1996), pode-se categorizar os animais como em estado de estresse de alerta mínimo, intermediário, máximo e crítico emergencial (Tabela 4), sendo que as situações de estados crítico e emergencial, em todos os seus níveis, deverão ser evitados como forma de evitar riscos coronarianos aos animais, tal como para a obtenção máxima do desempenho produtiva dos mesmos.

Tabela 4. Pontos de estresse térmico com respectivos percentuais de elevação da FC em condição abrupta de aumento da temperatura ambiente de 27,8 para 31,6 °C

Temperatura Ambiente Prevista (°C)	FC Prevista (bat min ⁻¹)	DPE	ITU	Categoria do Estresse (E _r)
27,8*	81*	1,00*	76,1	Sem estresse cardíaco*
28,3	85	1,05	76,7	E _{r1 N1} - Situação de Alerta
28,7	89	1,10	77,3	E _{r1 N2} - Situação de Alerta
29,1	93	1,15	77,8	E _{r1 N3} - Situação de Alerta
29,5	97	1,20	78,3	E _{r1 N4} - Situação de Alerta
29,9	101	1,25	78,9	E _{r1 N5} - Situação de Alerta
30,3	105	1,30	79,4	E _{r2 N1} - Situação Perigosa
30,7	109	1,35	80,0	E _{r2 N2} - Situação Perigosa
31,1	113	1,40	80,5	E _{r2 N3} - Situação Perigosa
31,5	117	1,45	81,0	E _{r2 N4} - Situação Perigosa
32,0	121	1,50	81,7	E _{r2 N5} - Situação Perigosa

* Ponto de referência – FC_{conforto} de 81 bat min⁻¹

Os valores descritos na Tabela 4 demonstram a previsão do comportamento fisiológico da FC no intervalo de transição da temperatura ambiente de 27,8 para 31,6 °C, com percentuais de aumento (DPE) de 5 a 50% nos batimentos cardíacos. Verifica-se que os animais apresentaram uma FC de 85 bat min⁻¹ em uma TA de 28,3 °C, apresentando-se em situação de alerta conforme ITU de 76,7. Esta situação de alerta, se encontra subdividida em cinco níveis de intensidade, variando de N1 a N5, conforme valores do ITU mencionados por Baêta (1985). A zona de transição entre situação de alerta e perigosa, está caracterizada para TA de 30,3 °C e uma FC de 105 bat min⁻¹, atingindo pico máximo de intensidade a 32 °C com ITU de 81,7, situação em que os animais se apresentaram em estado máximo de desconforto cardíaco.

De acordo com os pontos de estresse térmico determinados (Figura 7), verifica-se alta correlação ($R^2 = 1$) entre a temperatura ambiente e a FC, mesmo não apresentando uma taxa de aumento proporcional a da temperatura ambiente (Figura 7), porém esta variável, se apresenta intrinsecamente sensível às pequenas variações de temperatura ambiente, elevando-se rapidamente. Tal sensibilidade e respectivo comportamento, segundo Scarpellini & Bicego (2010), são devidos à área pré-óptica do hipotálamo anterior, presentes nos animais, que con-

têm neurônios altamente especializados e sensíveis ao calor, e aumentam suas atividades com o aumento da temperatura ambiente, inibindo os mecanismos de ganho e ativando mecanismos de perda de energia sob a forma de calor.

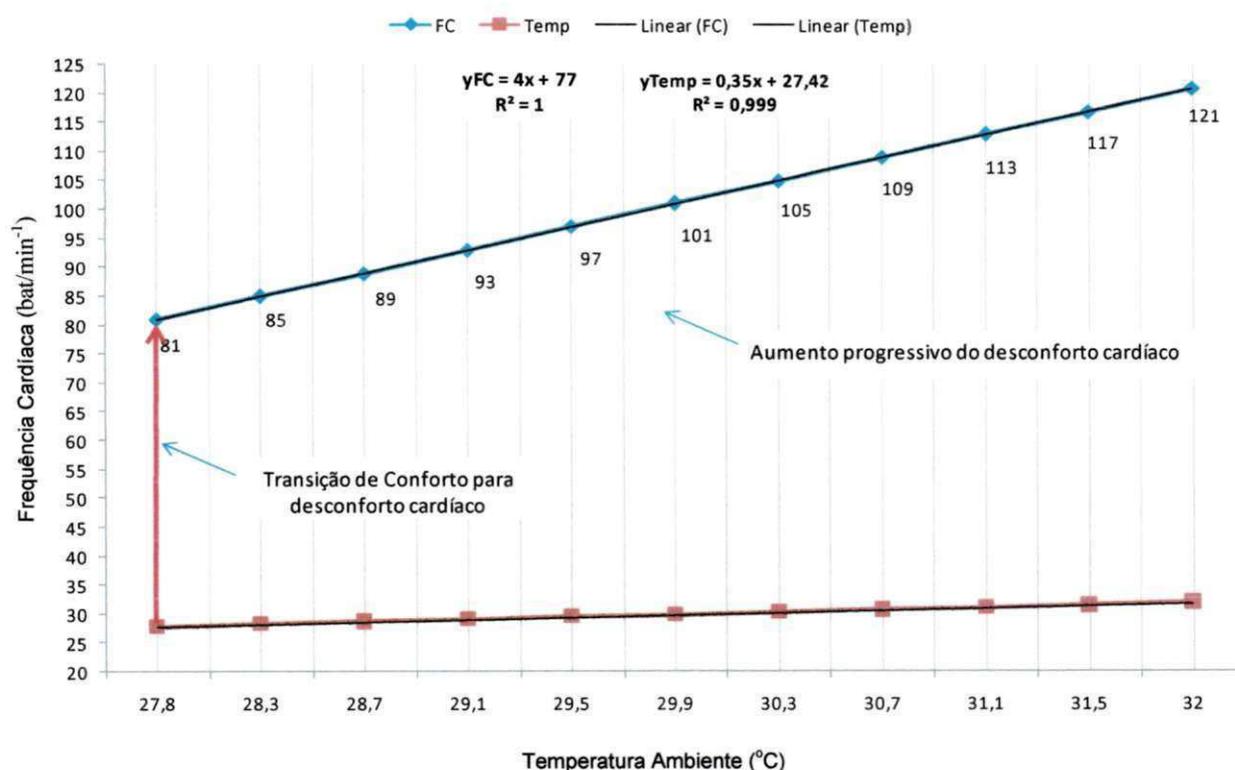


Figura 7. Comportamento previsto da frequência cardíaca em função da temperatura ambiente no trecho de elevação da TA de 27,8 para 31,6 °C

Em ambientes nos quais os animais apresentem valores da FC bem acima dos considerados ideal para a espécie, tornam-se oportunas, intervenções como medida de eliminação do elemento gerador do desconforto, no presente caso, medidas para diminuição da TA a níveis de conforto; onde animais de interesse zootécnico, como caprinos Canindé e Moxotó devem ser mantidos constantemente à FC_{conforto} com limites de estresse fisiológico máximo na escala E_{f1} (Tabela 4), com vistas à manutenção da sua qualidade produtiva.

Ao longo da avaliação comportamental da FC com relação às temperaturas ambiente estudadas, verificou-se que a APO mencionada por Scarpellini & Bicego (2010) foi intensamente utilizada quando a temperatura ambiente atingiu 31,6 °C (Figura 6 - A), esta intensa

utilização, se deve à tentativa de regularização da temperatura corporal para manutenção da FC_{conforto} , porém verificou-se que a FC, após atingir o pico máximo de 118 mov min^{-1} (Figura 6 - A), interferiu nos mecanismos termorregulatórios referentes à APO, pois a FC não atinge mais os valores ideais; presume-se que este comportamento esteja de acordo com Scarpellini & Bicego (2010) que comentam que quando a temperatura ambiente ultrapassa em demasiado as zonas de conforto dos animais homeotérmicos, os mecanismos hipotalâmicos de controle térmico não conseguem mais administrar com eficiência a eliminação do excesso de calor, o que se caracteriza por quadros de hipertermia. Referidas condições são resultantes de possíveis falhas do sistema termorregulador quanto a manter o estado de conforto térmico corporal.

4.2.2. Frequência respiratória (FR)

Os animais analisados não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$) na frequência respiratória (FR), enquanto o Canindé e o Moxotó apresentaram, respectivamente, valores de $53,5$ e $52,4 \text{ mov min}^{-1}$ (Tabela 5), valores esses considerados elevados, tomando-se como base os valores recomendados por Reece (2006), onde a frequência respiratória em caprinos pode variar entre 20 a 34 mov min^{-1} . Furtado et al. (2008) verificaram, trabalhando com caprinos Moxotó a campo, que os animais confinados em apriscos convencionais, com temperatura média de $31,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, apresentaram uma FR média de $69,5 \text{ mov min}^{-1}$ e não confinado de $62,6 \text{ mov min}^{-1}$ com temperatura ambiente média de $29,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, valores esses acima dos determinados neste experimento, comprovando que a influência das condições ambientais, características fisiológicas inerentes a cada animal e procedimentos metodológicos, causam discrepâncias numa mesma variável fisiológica, mesmo utilizando animais de uma mesma raça.

Tabela 5. Valores médios referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura da variável frequência respiratória (FR, mov min⁻¹)

Fatores		FR
Raça (R)		
	Canindé (Can)	53,50a
	Moxotó (Mox)	52,45a
	Média Geral (MG)	52,97
Temp. Ambiente		
	20.6	24,00 ± 2,21b
	24.8	24,16 ± 1,58b
	27.8	29,00 ± 4,59b
	31.6	134,75 ± 21,34a

- Médias seguidas das mesmas letras dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade

Verifica-se que as médias da FR apresentadas pelos animais (Tabela 5) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) quando submetidos às temperaturas de 20,6; 24,8 e 27,8 °C, mas todas elas diferiram da TA de 31,6 °C. Nas três primeiras temperaturas os animais se comportaram de maneira similar, situação semelhante à ocorrida com a FC, quando os animais aumentaram a FC e a FR de maneira sincrônica, com o objetivo de diminuição dos efeitos danosos ocasionados pela hipertermia. Verifica-se que nas três primeiras temperaturas, a FR média oscilou de 24,00 ± 2,21 a 29,00 ± 4,59, média de 26,5 ± 3,4 °C considerada normal, para a espécie (Reece, 2006), passando a 134,75 ± 21,34 mov min⁻¹ a 31,6°C (Figura 8.A), acima da recomendada.

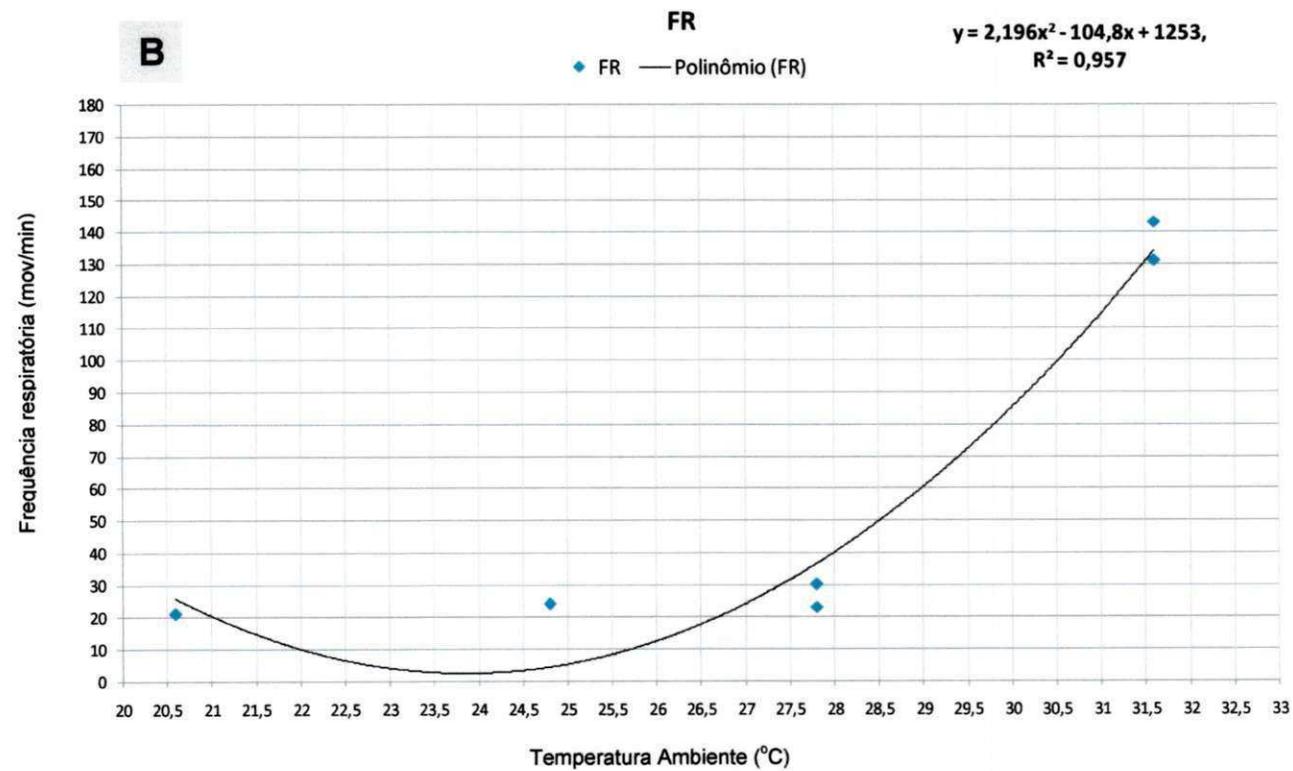
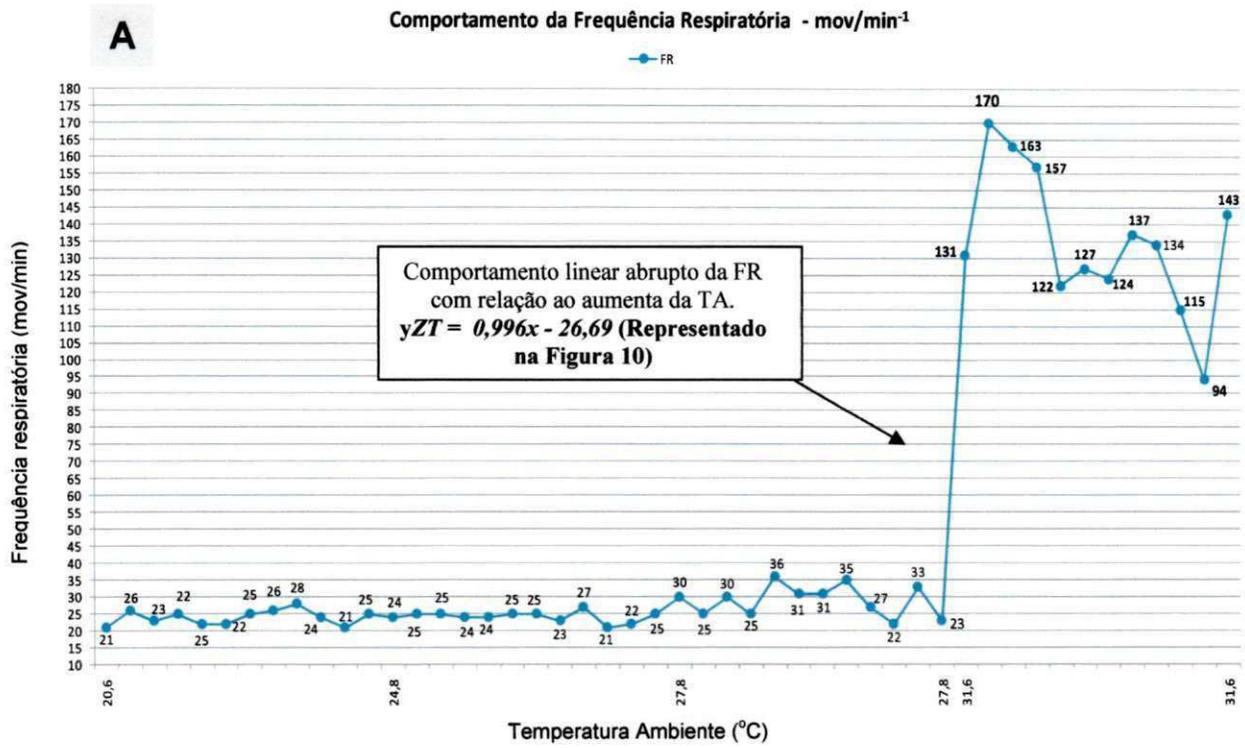


Figura 8. A - Comportamento da frequência cardíaca ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudado. B - Gráfico da medida de dispersão da FC



Nas condições térmicas compreendidas entre 20,6 e 27,8 °C, os animais se apresentaram em estado de eupnéia (Figura 8 - A), com movimentos suaves do flanco; em contrapartida, apresentaram taquipnéia constante a 31,6 °C, necessitando da utilização de outros mecanismos fisiológicos de perda de calor, como dilatação das mucosas das narinas e movimentação da laringe, para ampliação da entrada do ar para um abastecimento pulmonar eficaz. Mesmo com a notória capacidade de termorregulação térmica inata aos Canindés e Moxotós em situações de hipertermia, tem-se que a média respiratória dos animais (Figura 8 - A) após atingir o pico máximo de 170 mov min⁻¹, permanece em torno de 134 mov min⁻¹, não conseguindo mais a redução desta variável aos níveis da FR_{conforto}. Este comportamento apresentou-se semelhante ao da FC, mostrando que tais variáveis possuem uma relação intrínseca ao serem submetidas a amplitudes térmicas elevadas. Tal comportamento da impossibilidade de redução da FR a níveis de conforto após picos máximos de temperatura ambiente, pode ser explicado segundo comentários de Souza et al. (2008) ao mencionarem que, à medida em que a temperatura ambiente aumenta, a eficiência da perda de calor sensível diminui, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente, situações em que o animal pode, até certo ponto, manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação, através da respiração e/ou sudorese.

Comportamento semelhante à da FC foi descrita por Brasil et al. (2000) em trabalhos com caprinos campo submetidos a condições de estresse térmico, ao citarem que os animais atingiram médias de FR de 173 mov min⁻¹ e que, nessas condições, os caprinos exibiram taquipinéia, aumentando o volume-minuto respiratório e a sudorese, para promover a perda de calor do organismo, na tentativa de manter a temperatura corporal dentro dos limites normais pelos processos evaporativos, respiratórios e cutâneos.

Souza et al. (2010) citam, trabalhando a campo com caprinos nativos do semiárido, que no período mais quente do dia, com temperatura ambiente média de 40,8 °C, os animais apresentaram valores médios de 122 mov min⁻¹ na FR; no presente trabalho, com uma TA média de 31,6 °C, ou seja, 9,2 °C abaixo da apresentada pelos autores acima citados, os animais apresentaram uma FR média de 134,7 mov min⁻¹. Discrepâncias numéricas desta natureza estão relacionadas com as diferentes condições ambientais nas quais os animais foram submetidos e analisados, ou seja, geralmente a campo; mesmo com temperaturas mais elevadas em relação às das câmaras climáticas, os animais são levemente favorecidos pela intensa circulação e renovação do ar, velocidade do vento mais elevadas o que reduz a temperatura superficial, a vegetação circundante às instalações e a nebulosidade intermitente que resfriam temporariamente as coberturas das instalações; logo, este conglomerado de fatores ambientais associados à fisiologia respiratória inata de cada grupo de animais, acaba por favorecer a redução da temperatura da pele do animal, reduzindo conseqüentemente, a FR; desta forma e em experimentos onde são utilizadas câmaras climáticas ou galpões climatizados para produção de caprinos em regime intensivo de criação, deve-se levar em consideração a provável capacidade reduzida de renovação do ar nesses ambientes quando comparados com regimes de confinamento a campo podendo, então, resultar em aumentos desnecessários da FR, desviando a energia do animal para processos de termorregulação, em detrimento da conversão dessa energia em produtos de interesse zootécnico.

Com relação ao comportamento médio da FR apresentado pelos animais nas três temperaturas iniciais (20,6; 24,8 e 27,8 °C) com média de 25 mov min⁻¹, verificou-se que esta média foi significativamente alterada pelo incremento de 3,8°C na temperatura ambiente (Figura 8-A), ou seja, a FR aumentou 4,78 vezes na transição da temperatura ambiente ocorrida entre 27,8 para 31,6°C, podendo-se observar (Figura 9) o comportamento previsto da FR nesta faixa de temperatura.

A média geral da FR com seu respectivo desvio padrão nas três temperaturas iniciais, foi de 25 ± 3 mov min⁻¹, e a média apresentada pela FR a 31,6 °C foi de 134,7 mov min⁻¹. Levando-se em consideração a média de 25 ± 3 mov min⁻¹ como sendo a FR_{conforto}, considerar-se-á, neste trabalho, um acréscimo de 12% relativo ao desvio padrão para mais, em relação à FR_{conforto}, passando a mesma para 28 mov min⁻¹, sendo que valores acima deste serão considerados pontos iniciais e de progressão de estresse respiratório, tendo como limite médio máximo o valor de 134 mov min⁻¹.

Tabela 6. Temperatura ambiente prevista, FR prevista, DPE e categorização do estresse fisiológico em condição abrupta de aumento da temperatura ambiente no intervalo de 27,8 para 31,6 °C

Temp. Ambiente Prevista (°C)	FR Prevista (mov min ⁻¹)	DPE	ITU	Categoria do Estresse (E _f)
27,8*	28*	1,00*		Sem estresse respiratório*
28,1	35	1,25	76,5	E _f 1 _N 1- Situação de Alerta
28,3	42	1,50	76,7	E _f 1 _N 2- Situação de Alerta
28,6	49	1,75	77,1	E _f 1 _N 3- Situação de Alerta
28,8	56	2,00	77,4	E _f 1 _N 4- Situação de Alerta
29,1	63	2,25	77,8	E _f 1 _N 5- Situação de Alerta
29,3	70	2,50	78,1	E _f 1 _N 6- Situação de Alerta
29,6	77	2,75	78,5	E _f 1 _N 7- Situação de Alerta
29,8	84	3,00	78,7	E _f 1 _N 8- Situação de Alerta
30,1	91	3,25	79,2	E _f 2 _N 1- Situação Perigosa
30,4	98	3,50	79,6	E _f 2 _N 2- Situação Perigosa
30,6	105	3,75	79,8	E _f 2 _N 3- Situação Perigosa
30,9	112	4,00	80,2	E _f 2 _N 4- Situação Perigosa
31,1	119	4,25	80,5	E _f 2 _N 5- Situação Perigosa
31,3	125	4,50	80,8	E _f 2 _N 6- Situação Perigosa
31,6	134	4,75	81,2	E _f 2 _N 7- Situação Perigosa

* Ponto de referência – FR_{conforto} de 28 mov min⁻¹

Os pontos críticos que prevêm o desconforto térmico ocorrido entre a FR_{conforto} e a FR_{crítica} (Tabela 6), demonstram que entre as temperatura ambiente prevista de 28,1 e 28,3°C, com respectivas FR de 35 e 42 mov/min e ITU de 76,5 e 76,7, os animais entram na categoria de estresse fisiológico de alerta, segundo Baêta (1985). Nesta categoria, os animais permanecem em seis níveis de intensidade, variando do N1 (Situação de alerta inicial) ao N8 (Situação de alerta máximo para a categoria).

Na transição entre as situações de alerta para perigosa, verifica-se que a mesma não se dá de maneira abrupta, e o ITU anterior foi de 78,7, passando para 79,2. No entanto, nota-se um incremento constante no ITU, ao ponto da FR iniciar o processo de aumento contínuo. Os animais se apresentaram com FR de 134 mov min⁻¹ ao serem submetidos a uma TA de 31,6 °C, com respectivo ITU de 81,2 (Tabela 6); logo, o momento de transição da FR_{conforto} para o início da elevação da variável se dá com o ITU previsto de 76,5 a 28,1 °C, atingindo o pico máximo com ITU de 81,2. Observa-se alta correlação da FR com a temperatura ambiente (Figura 9); no entanto, verificou-se que a FR não seguiu a mesma proporção de aumento com relação à temperatura ambiente, ou seja, ao elevar a TA de 27,8 para 31,6°C com 3,8°C de diferença entre ambas, nota-se que a FR aumenta 4,75 vezes, em relação a FR_{conforto}, passando de 28 para 134 mov min⁻¹.

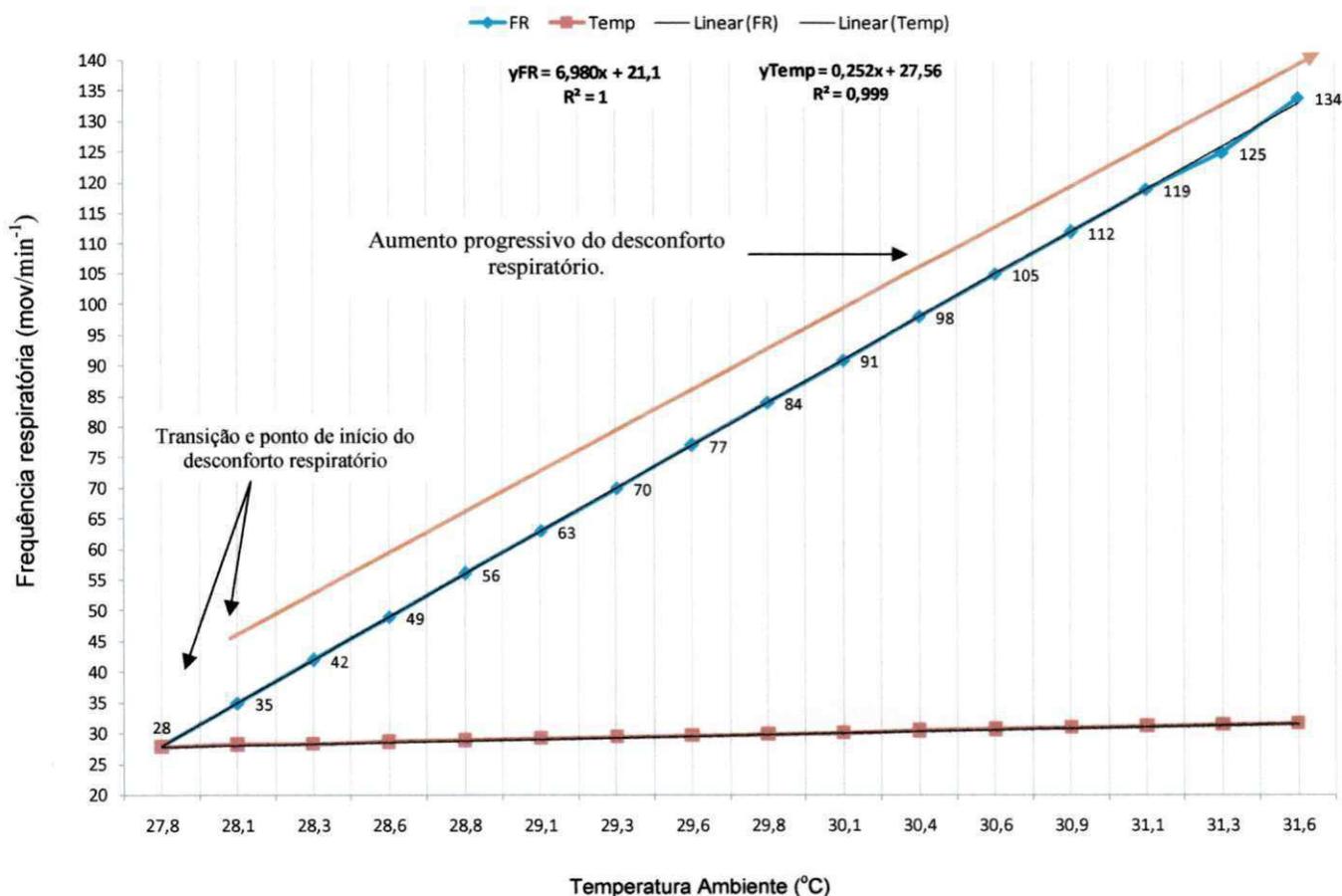


Figura 9. Comportamento previsto da frequência respiratória em função da temperatura ambiente no trecho de elevação da TA de 27,8 para 31,6 °C, conforme dados da Tabela 6

Nota-se alta correlação da FR com a temperatura ambiente (Figura 10); apesar disto, verificou-se que a FR não seguiu a mesma proporção de aumento com referência à temperatura ambiente, ou seja, ao elevar a TA de 27,8 para 31,6°C com 3,8°C de diferença entre ambas, a FR aumenta 4,75 vezes, em relação a FR_{conforto} , passando de 28 para 134 mov min^{-1} .

Os pontos de estresse da FR e os da temperatura ambiente apresentaram comportamentos lineares e correlações máximas entre ambos; logo, verifica-se que a frequência respiratória representada pela equação $yFR=6,980x+21,1$ (Figura 9) não apresentou oscilação significativa alguma, o que indicaria uma possível tentativa de reversão da progressão linear da ascendência da FR; entretanto, esta reversão de linearidade só acontece quando a FR atinge o pico máximo de 170 mov min^{-1} (Figura 8 - A), denotando que a fisiologia da termorregulação respiratória desses animais necessita de um período de adaptação mesmo em condições de estresse térmico severo, para que possa agir de maneira eficaz e iniciar o processo de redução da variável porém, mesmo reduzindo a FR à média de 134 mov min^{-1} , ela não atinge mais a FR_{conforto} provavelmente pelas mesmas condições apresentadas pela FC, quando então, Scarpellini & Bicego (2010) comentam que, ao ocorrer aumento extremo da temperatura ambiente, a temperatura corporal pode acompanhar essas alterações e não mais se manter em estado de conforto, mesmo com a ativação dos mecanismos de perda de energia térmica, o que se caracteriza por quadros de hipertermia, são condições resultantes de falhas do sistema termorregulador em manter o estado de conforto térmico corporal.

4.2.3. Temperatura superficial na pelagem (T_{pelo}) e na pele (T_{pele})

Ao comparar os animais em relação à raça, conclui-se que ambas não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para as temperatura superficial na pele e no pelo (Tabela 7), obtendo médias gerais de 28,26 e 31,52 °C, respectivamente. Embora com pelagem composta de pelos grossos, laníferos e escuros dos Canindés com relação aos pelos apenas grossos, claros e sem camadas de lã dos Moxotós, não se evidenciaram diferenças significativas entre as duas raças com relação à temperatura ambiente. Referidos dados não colaboram com a hipótese afirmada por Silva et al. (2001) que, trabalhando a campo, relataram que os animais com pelagem escura estão mais sujeitos ao estresse calórico que os animais de pelagem clara sendo que as condições ambientais nas quais os animais avaliados por Silva et al. (2001) diferem qualitativamente deste experimento justificando, desta forma, resultados diferenciados em relação à coloração e, conseqüentemente, o aquecimento dos pelos, outra diferença se encontra na origem da fonte e do tipo de iluminação aos quais os animais deste experimento foram submetidos, ou seja, os animais foram submetidos a uma iluminação artificial oriunda de lâmpadas fluorescentes com pequena capacidade de radiação térmica.

Tabela 7. Valores médios, desvio padrão e gradientes térmicos referentes à raça e temperatura das variáveis temperaturas do pêlo (Tpelo, °C) e temperatura da pele (Tpele, °C)

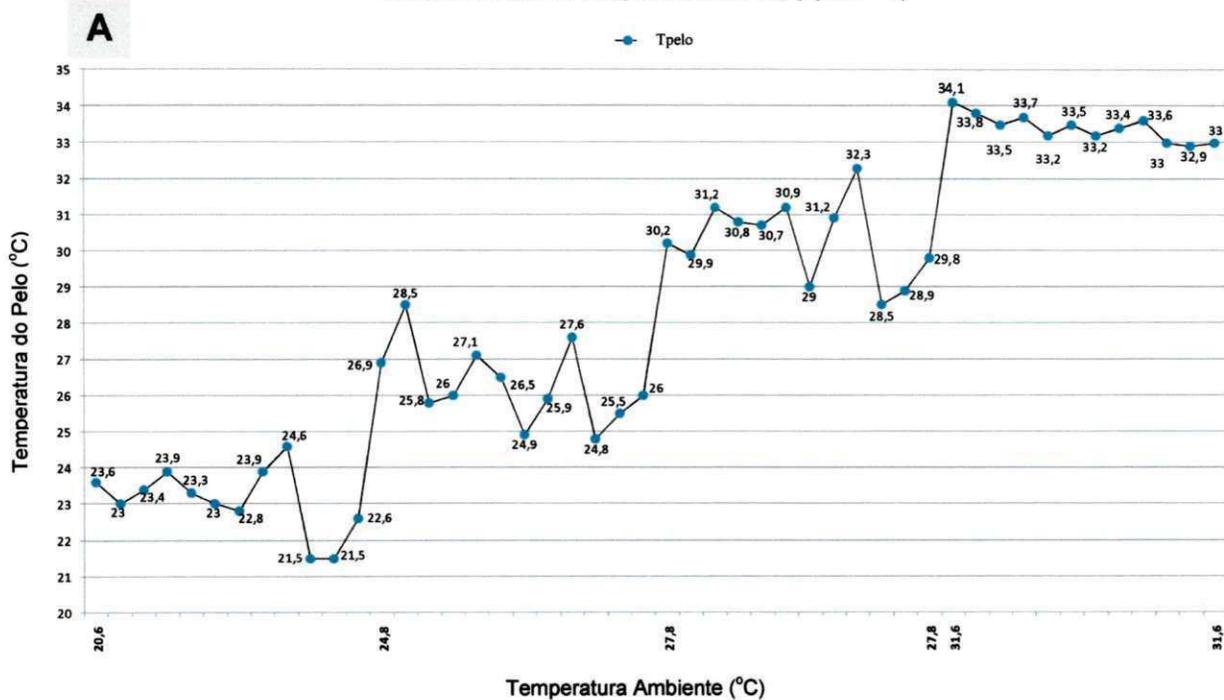
Fator		Variáveis Fisiológicas			
Raça (R)		Tpelo	Tpele		
	Canindé	28,02 a	31,19 a		
	Moxotó	28,51 a	31,86 a		
	Média Geral (MG)	28,26	31,52		
Temperatura Ambiente (T)		Tpelo	Tpele	Grad. Térmico (Tpelo - T)	Grad. Térmico (Tpele - T)
	20.6	23,0±0,92 d	26,9 ± 2,28 c	2,49	6,30
	24.8	26,2±1,08 c	31,1 ± 2,99 b	1,49	6,32
	27.8	30,2± 1,11 b	33,3 ± 0,96 a	2,48	5,51
	31.6	33,4± 0,36 a	34,7 ± 0,40 a	1,80	3,16

- Médias seguidas das mesmas letras dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

Paulo et al. (2008) detectaram ao avaliar a adaptação de caprinos nativos das raças Moxotó e Canindé em experimentos a campo, diferenças significativas ($P < 0,05$) entre a temperatura da pelagem das raças sendo a cor da pelagem fator de diferenciação de temperaturas. Nas condições experimentais deste experimento a cor da pelagem não influenciou significativamente ($P > 0,05$) a capacidade de manutenção dos sistemas termorregulatórios dos animais.

Ao analisar cada valor da Tpelo em relação às temperaturas ambientais estudadas (T), de maneira individualizada, verifica-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as temperaturas (Tabela 7), isto é, elas se elevaram de forma linear (Figuras 10 - A e B) evidenciando que a pelagem possui alta capacidade de absorção térmica porém com baixa dissipação.

Comportamento da Temperatura no Pelo (Tpelo - °C)



Comportamento da Temperatura no Pelo (Tpelo - °C)

$y = 0,917x + 4,480$
 $R^2 = 0,988$

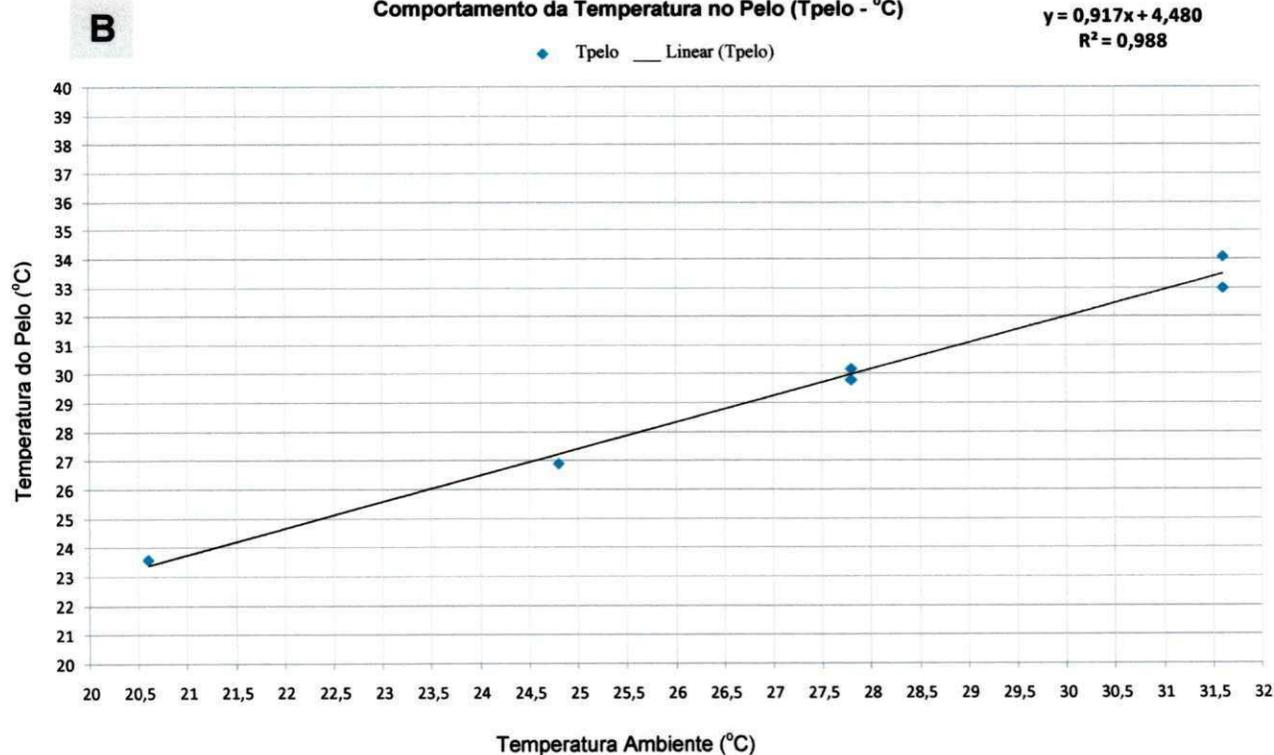


Figura 10. A - Comportamento da temperatura do pelo ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudadas. B – Gráfico da medida de dispersão da Tpelo

O gradiente térmico apresentado pela pele ($T_{pele} - T$), a 20,6; 24,8 e 27,8 °C (Tabela 7), com média de 6,14 °C para essas temperaturas, se mostra uniforme, indicando boa capacidade de manutenção da temperatura da pele por parte dos animais porém, na temperatura ambiente de 31,6 °C, a temperatura da pele se aproxima da temperatura ambiental, dificultando a troca de calor por convecção, refletindo nos animais sinais de estresse térmico com picos máximos de desconforto cardíaco, respiratório e comportamental ao atingir o gradiente de 3,16 °C entre a temperatura da pele e a do ambiente.

Souza et al. (2005) comentam que em ambientes com temperaturas elevadas a eficiência de perda de calor do animal para o meio, diminui em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente, fato constatado neste trabalho (Tabela 7), verificando-se que os gradientes térmicos diminuem à medida em que a temperatura do ar aumenta. Na temperatura de 20,6 °C o gradiente térmico ($T_{pele} - T$) é de 6,30 °C, salientando a boa capacidade de termorregulação dos animais em temperaturas dentro do limite da zona crítica inferior. Em condições térmicas elevadas os animais, através do centro de termorregulação hipotalâmica, aumentam a vazão sanguínea na pele ativando, desta forma, os mecanismos de vasodilatação periférica.

Este mecanismo de termorregulação, transfere o calor gerado internamente para a pele, a fim de ser eliminado pelo processo evaporativo; com isto, nota-se boa utilização deste mecanismo de termorregulação pelos animais com a elevação da temperatura, principalmente na transição entre a temperatura ambiente de 27,8 para 31,6°C, quando então ocorreu aumento da T_{pele} e T_{pele} (Tabela 7).

Comportamento da Temperatura da Pele (Tpele - °C)

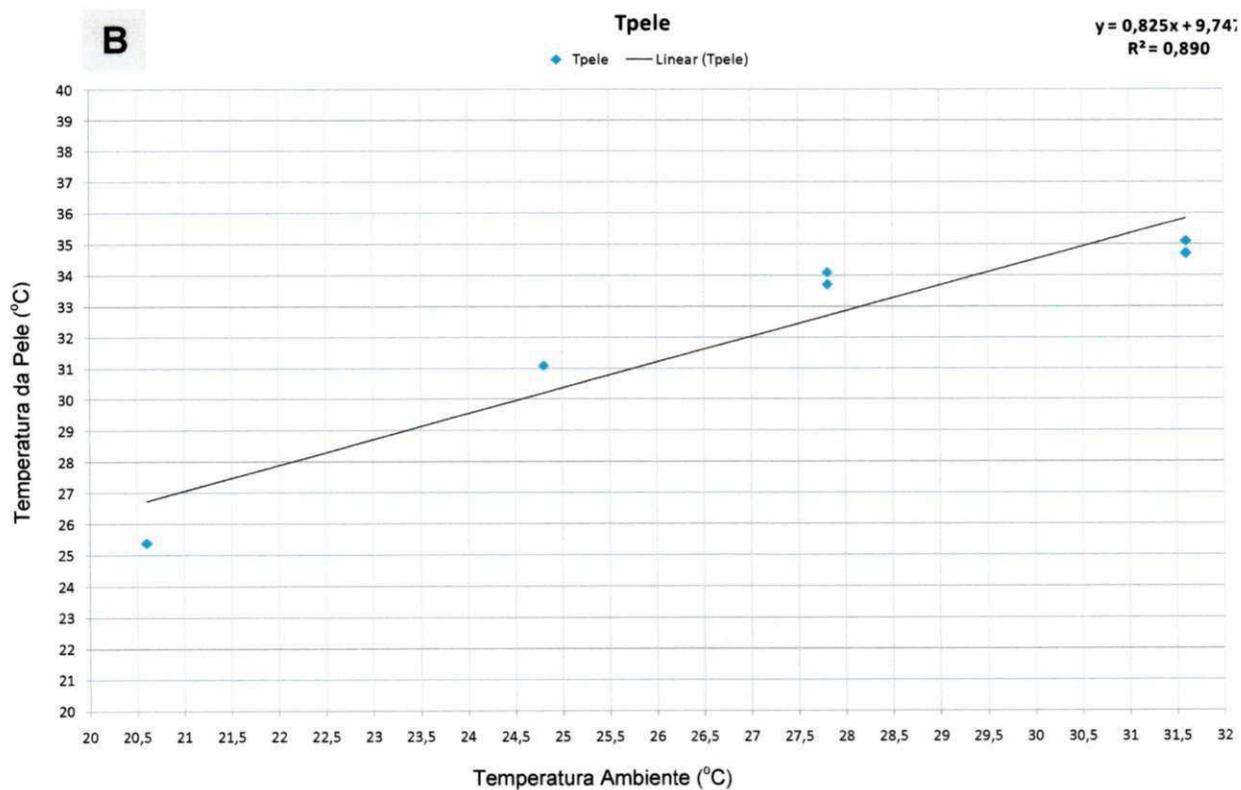
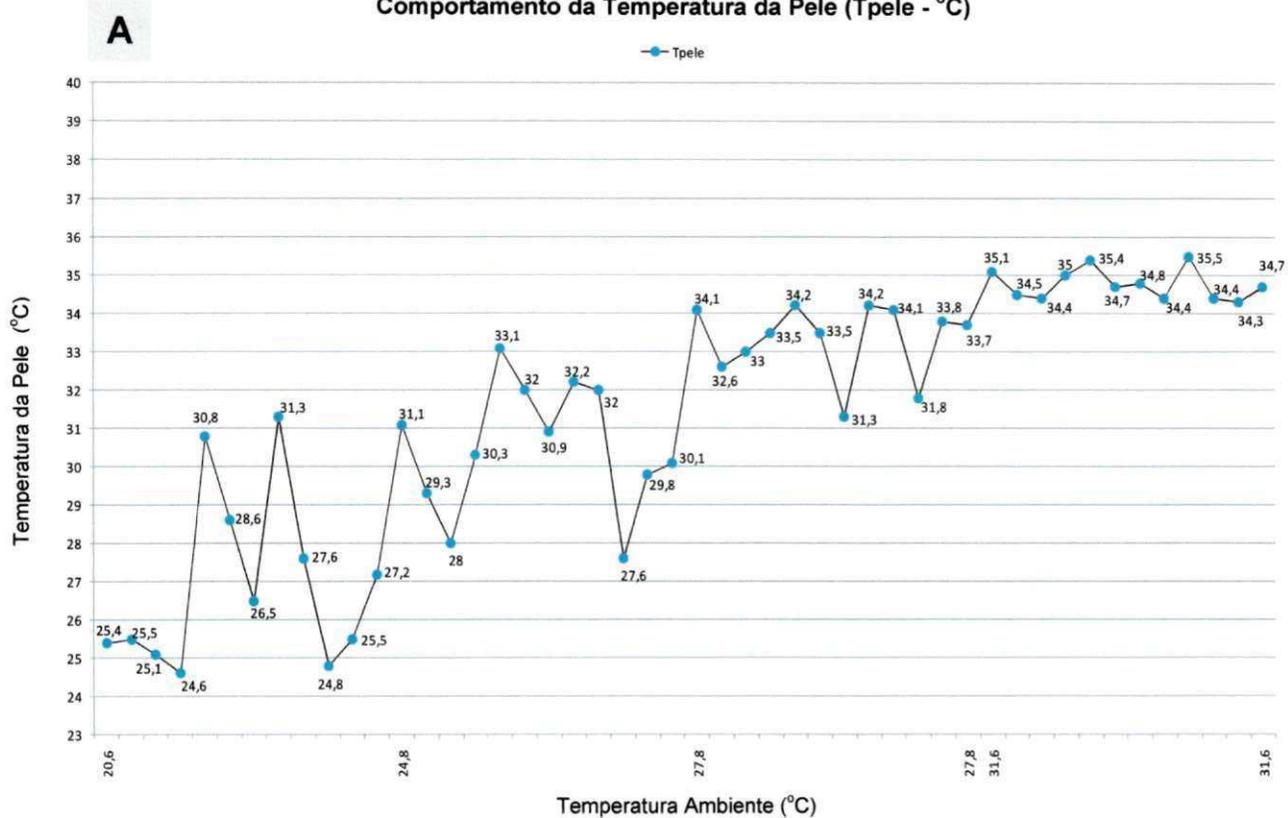


Figura 11. A - Comportamento da temperatura da pele ao longo do período experimental, nas quatro temperaturas ambiente estudadas. B – Gráfico da medida de dispersão da Tpele

Ao correlacionar as temperaturas do pelo com a da pele, a dinâmica geral do aumento entre ambas foi semelhante em cada estágio de temperatura (Figura 12) porém, mediante os valores apresentados (Tabela 7), a Tpele se apresenta com desvios padrões e gradientes térmicos (Tpele-T) mais elevados quando comparado com a Tpelo, devido às características anatômico-fisiológicas da pele como órgão termorregulador, de acordo com Kolb et al. (1987).

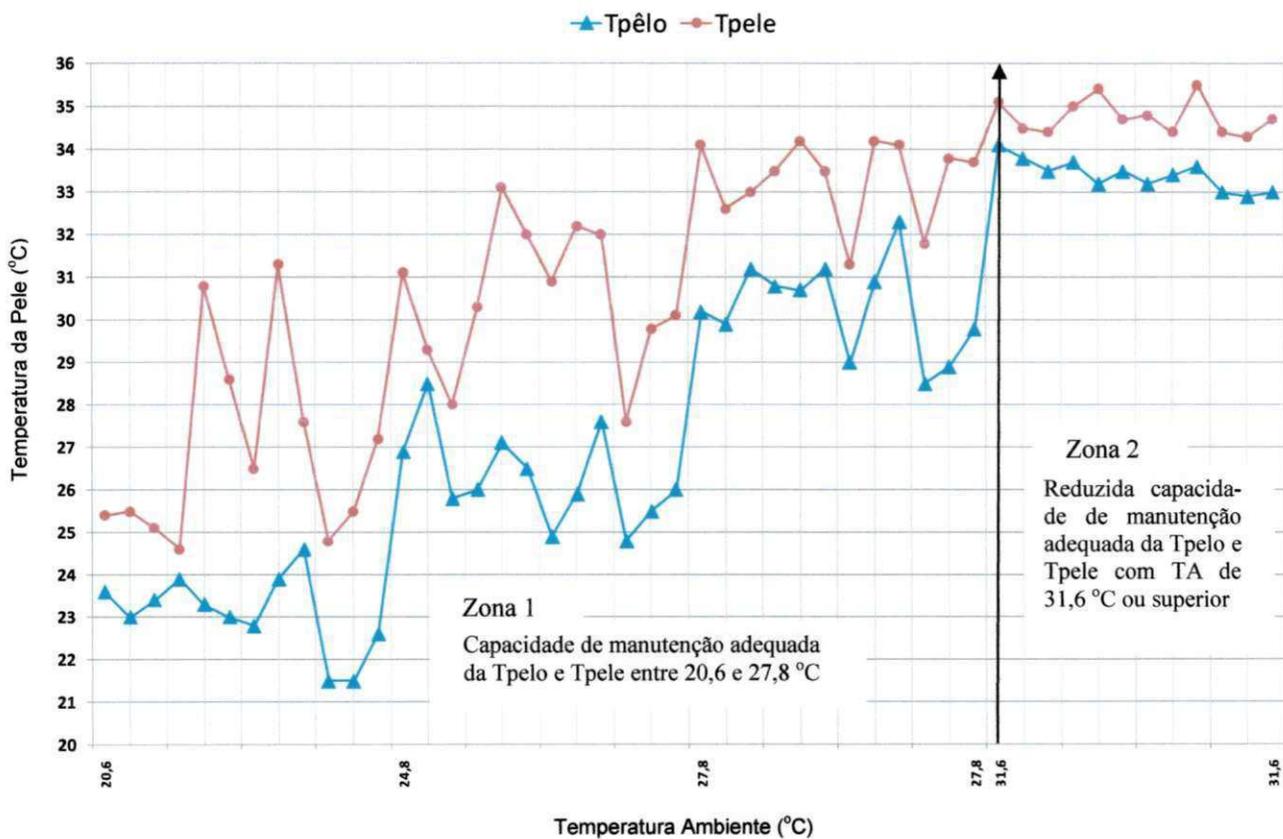


Figura 12. Comparação dos comportamentos da temperatura do pelame (Tpelo) e da pele (Tpele) ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudada

Presume-se que nas temperaturas do ar compreendidas entre 20,6 e 27,8°C (Figura 12 - Zona 1), os animais utilizam a vasodilatação periférica como técnica de resfriamento, de maneira constante e de forma eficiente, representada pela grande amplitude dos pontos médios porém, se verifica que, na medida em que a temperatura do ar aumenta os

gradientes térmicos diminuem, a ponto da pele não conseguir mais realizar as devidas trocas de calor, de maneira eficiente (Tabela 7) quando se aproximam da temperatura crítica superior de 31,6°C; desta forma, o calor endógeno fica impossibilitado de ser liberado ocasionando efeitos sistêmicos negativos ao organismo. Nesta fase de estresse térmico (Zona 2 – Figura 12), a pele se encontra com alta vasodilatação como tentativa de refrigeração; no entanto, nota-se que o quadro crítico da impossibilidade de reversão da temperatura da pele a níveis de conforto térmico se torna constante, ou seja, os animais não conseguem mais diminuir a temperatura deste órgão, fato representado pela pequena amplitude dos pontos (Zona 2). Desta forma, conclui-se que temperaturas iguais ou superiores a 31,6 °C nas condições de confinamento desta pesquisa alteram a capacidade de termorregulação do animal, impedindo seu ajuste de forma adequada.

4.2.4. Temperatura Retal (TR)

A temperatura retal dos animais não apresentou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as raças, apresentando valores médios de $39,55 \pm 0,16$ °C e $39,52 \pm 0,21$ °C para Canindés e Moxotós, respectivamente (Tabela 8), com média de $39,53 \pm 0,18$ °C. Entre as diferentes temperaturas ambiente nota-se a mesma tendência da imutabilidade. Embora sem apresentar diferenças significativas, verifica-se que a média da TR na zona de conforto térmico, (Figura 13 – Zona 1) foi de $39,4 \pm 0,12$ °C e acima da zona de conforto térmico, de $39,8 \pm 0,13$ °C (Figura 13 – Zona 2). Santos et al. (2005), Furtado et al. (2008) e Gomes et al. (2008) concluíram, em trabalhos com caprinos na região semiárida nordestina, que animais que apresentarem uma TR média de 39,5 °C, estão dentro da média normal para a espécie.

Starling et al. (2002) mencionam, trabalhando com ovinos *corriedale* em condições climáticas controladas em câmara climática com temperaturas do ar de 20, 30 e 40 °C e TR de $40,2 \pm 0,10$, $40,2 \pm 0,20$ e $40,1 \pm 0,10$ respectivamente, que referidos ruminantes mesmo submetidos a uma temperatura média do ar de 40 °C, não alteraram a TR de maneira significativa demonstrando, desta forma, a eficiência da termólise evaporativa no processo de termorregulação desses pequenos ruminantes.

Tabela 8. Valores médios e desvio padrão referentes à raça e temperatura da variável temperatura retal (TR – °C)

Fatores	Variável Fisiológica
	TR
Raça (R)	
Canindé	$39,55 \pm 0,16$ a
Moxotó	$39,52 \pm 0,21$ a
Média Geral	$39,53 \pm 0,18$
Temperatura (T)	
20.6	$39,48 \pm 0,09$ a
24.8	$39,41 \pm 0,13$ a
27.8	$39,47 \pm 0,12$ a
31.6	$39,80 \pm 0,13$ a

- Médias seguidas das mesmas letras dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade

Paulo et al. (2009), trabalhando a campo com caprinos Canindé e Moxotó nos turnos manhã e tarde, também não encontraram diferenças significativas na TR entre as raças, nos diferentes turnos; como os animais foram submetidos a temperatura acima da zona de conforto térmico e mantiveram a TR dentro da normalidade, isto demonstra a capacidade de manutenção da temperatura interna por parte desses animais em condições de estresse climático, seja a campo ou em câmaras climáticas, fato este possível de ser justificado pela adaptação evolutiva dos mecanismos de regulação térmica às condições severas de temperatura às quais foram submetidos ao longo dos anos, em regiões semiáridas.

Pereira et al. (2011) comentam que a temperatura retal é a medida que melhor expressa o desconforto animal diante de determinado ambiente, já que representa a temperatura do núcleo central dos animais, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade dos animais domésticos. Kolb et al. (1987) citam que a TR fisiológica média normal de um caprino adulto é de 39,5 °C, podendo haver oscilações na faixa de 38,5 a 40,5°C. Conforme afirmações deste autor, os animais avaliados neste trabalho, se mostraram extremamente bem adaptados, haja vista que mantiveram a TR fisiológica em $39,5 \pm 0,19$ °C (Tabela 8) em média, durante todas as temperaturas avaliadas, mesmo com a elevação da FC (máximo de 118 bat mim⁻¹) e FR (máximo de 170 mov min⁻¹), elevação da temperatura da pele e pelame, como mecanismos de dissipação do excesso de calor.

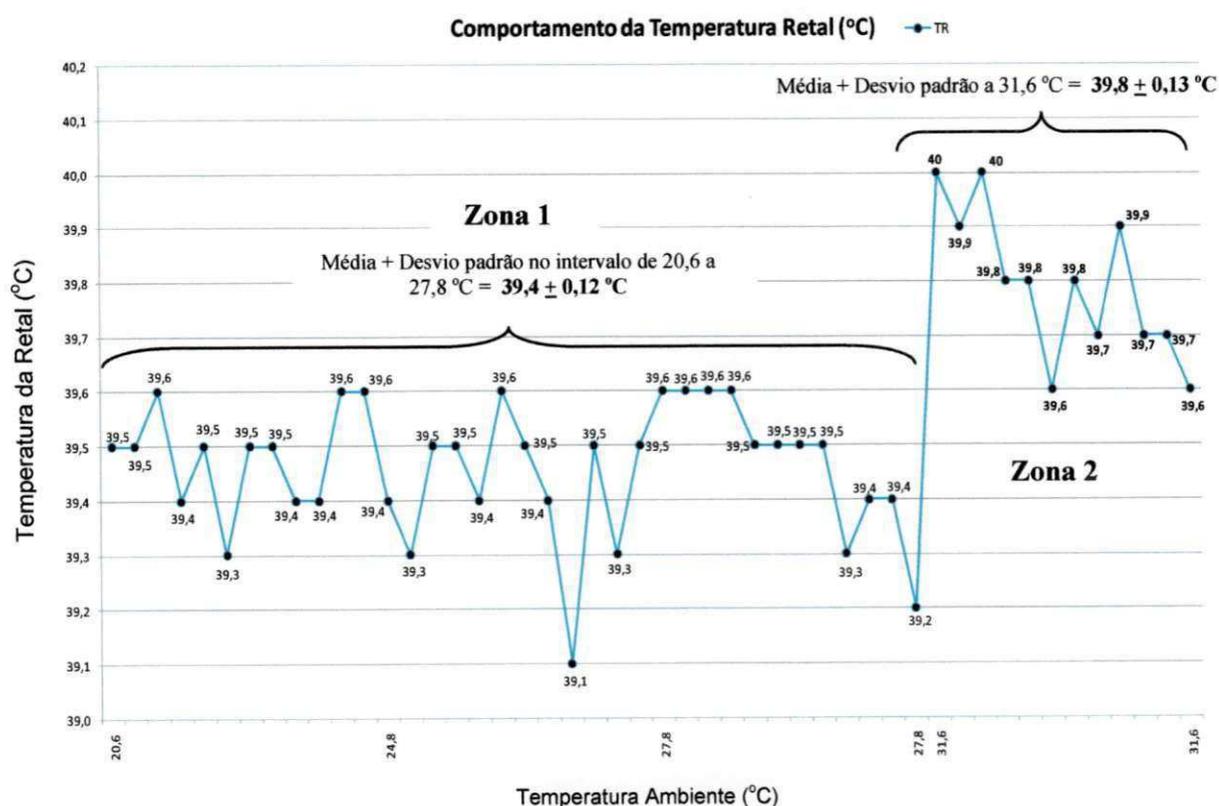


Figura 13. Comportamentos da temperatura retal (TR) ao longo do período experimental nas quatro temperaturas ambiente estudadas

Os animais mantiveram a TR dentro da normalidade, mesmo nas situações de desconforto térmico (31,6 °C), aumentando a frequência cardíaca e respiratória nos momentos de pico da temperatura ambiente, como tentativa de dissipação do calor em prol da manutenção da temperatura retal, como se observa na Figura 14.

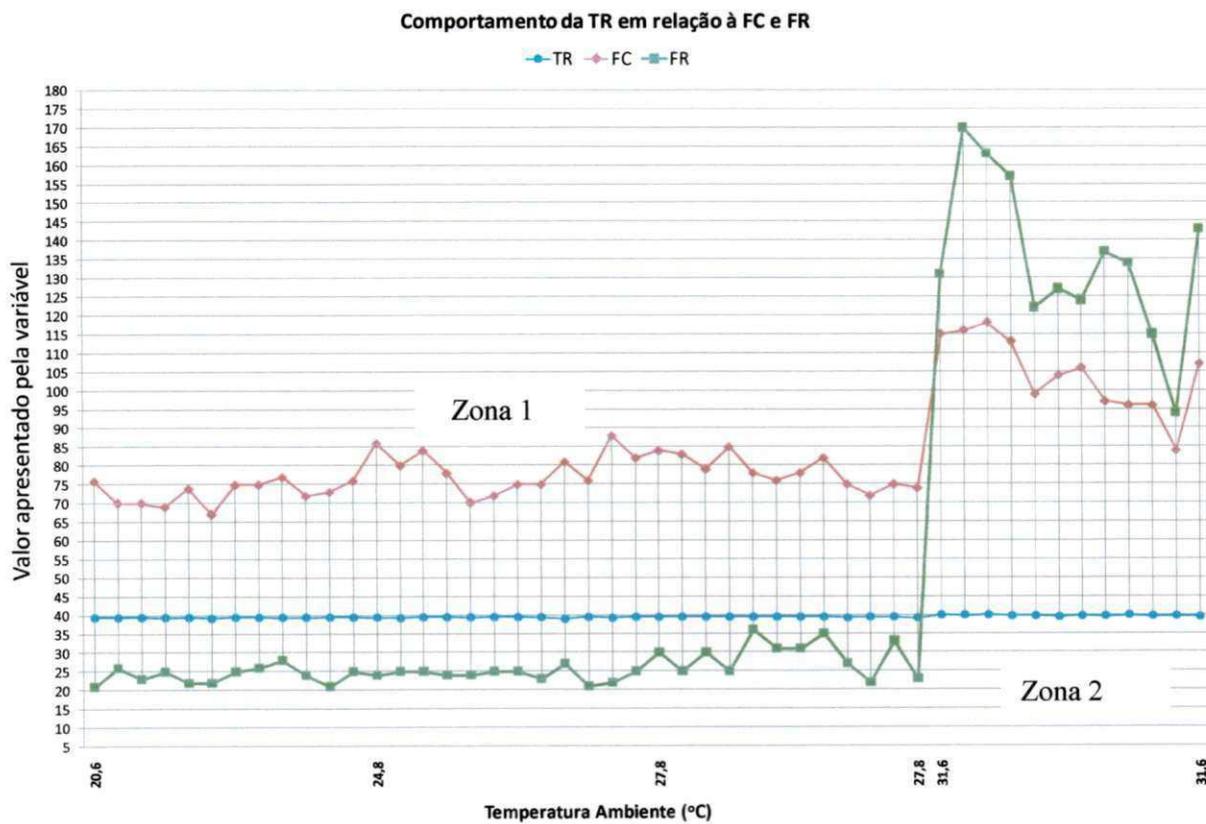


Figura 14. Comportamentos da TR com relação aos comportamentos apresentados pelas FC e FR

Logo este comportamento apresentado pelos animais, permite gerar discordâncias com Pereira et al. (2011) ao comentarem que a temperatura retal é a medida que melhor expressa o desconforto animal diante de determinado ambiente, sendo muito utilizada como critério de diagnóstico de doenças e para verificar o grau de adaptabilidade dos animais domésticos; no entanto, neste experimento, a TR não se caracterizou como indicadora de estresse térmico e de adaptabilidade, função esta exercida de maneira notória, pelas FC e FR,

verificando-se, daí, flutuações comportamentais severas em prol da manutenção adequada da TR fisiológica, de 39,5°C (Figura 14).

Presume-se que este comportamento esteja relacionado com a capacidade adaptativa que o Canindé e o Moxotó adquiriram no clima semiárido, mostrando que a TR não é mais uma variável de difícil controle por parte desses animais quando submetidos a temperaturas ambientes desconfortantes; no entanto, as FR e FC são afetadas de maneira bem efetiva, indicando com mais precisão os estados de desconforto animal com vistas a ambientes com temperaturas acima da zona de conforto térmico, para essas raças; logo, é evidente que os animais manterão a TR fisiológica estável em temperatura ambiente compreendida entre 20,6 e 31,6 °C.

4.2.5. Consumos de alimento (C.alim) e água (C.água)

O consumo de alimento não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) entre as raças analisadas, nem tampouco, nas diferentes temperaturas (Tabela 9) evento que se deve às características físicas dos animais, em virtude de possuírem porte e peso semelhantes e pelo fato de terem evoluído em ambiente semiárido, no qual se registra, na maior parte do ano, altas temperaturas ambientais. Semelhança no consumo de alimento entre as raças Canindé e Moxotó também foram observada por Ribeiro et al. (2006) e Barreto et. al (2011) avaliando o comportamento ingestivo de caprinos Canindé e Moxotó a campo, em condições semiáridas.

Kolb et al. (1987) descrevem que os ruminantes diminuem a ingestão de alimentos quando a temperatura ambiente ultrapassa os 30 °C; no entanto, tal previsão não foi verificada neste trabalho, em que os animais mantiveram um consumo médio de alimentos de 2,15kg, mesmo quando mantidos na temperatura de 31,6 °C, considerada acima da zona de conforto térmico e com elevação da frequência respiratória, cardíaca e superficial.

Os valores acumulados de consumo (Tabela 9), referem-se ao somatório das médias diárias do volume de alimento e água ingeridos pelos animais. Com relação à TA, sua elevação não foi capaz de alterar significativamente o metabolismo dos animais, a ponto de interferir no consumo de alimentos (Tabela 9), mas este comportamento denota a capacidade adaptativa do Moxotó e do Canindé ao clima semiárido, em consumirem alimentos de maneira regular em situações de desconforto térmico. Este comportamento se caracteriza como forma de suprir o déficit energético resultante do catabolismo ocasionado pelas altas FC e FR. Kolb et al. (1987) explicam que esta capacidade de ingestão de alimento, mesmo em condições térmicas desfavoráveis, se chama tolerância ao calor que alguns animais possuem ao se adaptarem a um determinado aumento da temperatura ambiente sem, necessariamente, reduzir, de forma acentuada, suas capacidades fisiológicas e comportamentais; mesmo sendo criados em locais de clima quente, as raças Canindé e Moxotó possuem elevada tolerância ao calor (Santos et al., 2005; Silva et al., 2006a e Souza et al., 2008a).

Tabela 9. Valores médios acumulados nas três repetições e por dia, com respectivos desvios padrão referentes aos níveis dos fatores raça e temperatura das variáveis, consumo de alimento (C.alim. kg/animal) e consumo de água (C.água, kg/animal)

Fatores	Variáveis Fisiológicas			
	C.alim. Acumulado	C.água Acumulado	C.alim. kg/dia	C.água kg/dia
Raça (R)				
Canindé (Can)	2,06 ± 0,40a	3,27 ± 1,03a	0,68 ± 0,13a	1,09 ± 0,34a
Moxotó (Mox)	2,25 ± 0,31a	3,07 ± 1,06a	0,75 ± 0,10a	1,02 ± 0,35a
Média Geral (MG)	2,15	3,17	0,71	1,05
Temperaturas Ambiente (TA)				
20.6	2,19 ± 0,42a	2,56 ± 0,78b	0,73 ± 0,13a	0,85 ± 0,25b
24.8	2,21 ± 0,42a	3,07 ± 0,86b	0,74 ± 0,13a	1,02 ± 0,27b
27.8	2,05 ± 0,42a	2,93 ± 0,86b	0,68 ± 0,13a	1,05 ± 0,25b
31.6	2,16 ± 0,16a	4,12 ± 1,03a	0,72 ± 0,05a	1,37 ± 0,34a

- Médias seguidas das mesmas letras dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

Com relação ao consumo de água verifica-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$), entre as raças e nem entre as três primeiras temperaturas pesquisadas, que diferiram da temperatura de 31,6 °C (Tabela 9). Barreto et al. (2011) ressaltam que o calor promove aumento mais efetivo no consumo de água, fato este demonstrado pelos animais neste experimento, visto que aumentaram significativamente o volume ingerido, através de um consumo médio, passando de 2,85 kg/animal na zona de conforto térmico, para 4,12 kg/animal a 31,6°C. Barreto et al. (2011) relatam, ainda, que a ingestão de água está relacionada ao metabolismo energético e ao consumo de oxigênio; então, para que ocorra utilização do alimento pelo corpo, inicialmente a água é imprescindível para mastigar e engolir o alimento, e para ajudar os processos de digestão, que requerem homogeneização e translocação da digesta e dos fluidos, dentro do lúmen gastrintestinal.

A estreita relação entre ingestão de água e de alimento reflete, contudo, as múltiplas interações de água e trocas energéticas em nível de tecidos e células. Os animais avaliados neste experimento apresentaram alterações significativas apenas no consumo de água na temperatura ambiente de 31,6 °C, sem alteração no consumo médio de alimentos, pois não houve uma correlação direta entre o consumo de alimento e de água, evidenciando que a essa temperatura o fator que elevou o consumo de água, foi a alta frequência cardíaca e respiratória que, por sua vez, acelerou o metabolismo dos animais, provocando perda de líquidos, através do volume minuto de respirações e da sudorese, logo, aumentando o consumo de água como forma de reposição hídrica do organismo e como tentativa de resfriamento, devido ao calor no interior da câmara climática.

5. Conclusões

- Os animais se mantiveram na zona de conforto térmico para as variáveis FC e FR nas temperaturas ambientes compreendidas entre 20,6 e 27,8 °C. A transição entre o estado de conforto e o início de estresse, inicia-se a 28,1 e 28,3 °C, respectivamente.
- As temperaturas ambiente compreendidas entre 20,4 e 31,6 °C não alteraram significativamente a TR fisiológica dos animais, que foi mantida em $39,5 \pm 0,18$ °C considerada normal para a espécie;
- As FR e FC são as variáveis mais afetadas nas transições de estado de conforto para estresse térmico, e se, mostraram como os mecanismos mais indicados como verificadores de desconforto térmico para caprinos Canindé e Moxotó em condições ambientes controladas;
- A capacidade de consumo de alimento não é alterada significativamente em temperaturas ambiente compreendidas entre 20,4 e 31,6 °C, desde que mantidas as condições experimentais deste trabalho.
- O consumo de água é maximizado em temperatura ambiente média de 31,6 °C, possuindo correlação positiva, com o aumento das FC e FR, a esta temperatura.

6. Referências bibliográficas

- Araújo, A. M. de.; Silva, F. L. R. da.; Vasques, L. C. V.; Lima, S. E. F.; Brito, D.; Furtado, K.; Costa, M. da S.; Moraes, J. de B.; Cunha, R. M. S. da. Caracterização genética de caprinos Moxotó e Canindé por meio de microssatélites de DNA. VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal São Carlos, SP, 10 e 11 de julho de 2008
- Araújo, G. G. L. de.; Voltolini, T. V.; Chizzotti, M. L.; Turco, S. H. N.; Carvalho, F. F. R. de. Water and small ruminant production. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 326-336, 2010.
- Baccari Júnior, F.; Metabolic rate and some physiological and production response of lactating Saanen goats during thermal stress. In: International congress of biometeorology, 14, 1996.
- Baccari Júnior, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. 1 ed. Londrina: UEL Editora , 2001.141p.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. Ambiência em edificações rurais – Conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV. 2010. 246p.
- Barreto, L. M. G.; Medeiros, A. N. de.; Batista, A. M. V; Furtado, D. A.; Araújo, G. G. L. de; Lisboa, A. C. C.; Paulo, J. L. de A.; Souza, C. M. S. de. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.834-842, 2011.
- Brasil, L. H. de A.; Wechesler, F. S.; Júnior, F. B.; 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, p.1632-1641, 2000.
- Brionízio, J. D. Análise crítica das metodologias de avaliação de temperatura e umidade em câmaras climáticas e térmicas. Niterói: UFF, 2006. 153p. Dissertação de Mestrado.
- Cesar, M. F.; Souza, B. B. de.; Souza, W. H. de.; Filho, E. C. P.; Tavares, G. de P.; Medeiros, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semiárido Nordeste. Ciência e Agro-tecnologia, v.28, p.614-20, 2004
- Detweiler, D. R. Regulação cardíaca. In: Dukes, H. H.; Swendson, M. J. Fisiologia dos animais domésticos. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p.133-143.
- Ferreira, F.; Campos, W. E.; Carvalho, A. U.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Silva, M.V.G.B.; Verneque, R.S.; Silva, P.F. Taxa de sudção e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p.763-768, 2009.

- Filho, A. E.; Teodoro, S. M.; Chaves, M. A.; Santos, P. E. F. dos.; Silva, M. W. R. da.; Murta, R. M.; Carvalho, G. G. P. de.; Souza, L. E. B. de. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1807-1814, 2011.
- Furtado, D. A.; Gomes, C. A. V.; Medeiros, A. N. de.; Filho, E. C. P.; Júnior, V. L. Efeito do ambiente térmico e suplementação nas variáveis fisiológicas de caprinos moxotó em confinamento e semiconfinamento. *Engenharia Agrícola*, v.28, p.396-405, 2008
- Furtado, D. A. Consumo de água quando exposta ao sol e a sombra por caprinos nativos no semiárido paraibano. In. 9º Congresso Latinoamericano y Del Caribe e 39º Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2010.
- Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A.N de.; Filho, E. C. P.; Júnior, V. de L. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.213-219, 2008.
- Kolb, E.; Ketz, A.; Gurtler, H. *Fisiologia Veterinária*. 4.ed.; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 612p.
- Ligeiro, E. C.; Maia, A. S. C.; Silva, R. G. da.; Loureiro, C. M. B. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 544-549, 2006.
- Merck. *Manual Merck de Veterinária*. 7ª ed. São Paulo: Roca, 1996. 2169p.
- Martins Júnior, L. M.; Costa, A. P. R.; Ribeiro, D. M. M.; Turco, S. H. N.; Muratori, M. C. S. Respostas fisiológicas de caprinos boer e anglo-nubiana em condições climáticas de meio-norte do Brasil. *Revista Caatinga*, v.20, p.01-07, 2007.
- Mcdowell, R. G. *Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales*. Zaragoza: Acríbia, 1972. 692p.
- Muller, P. B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989, 262p.
- Neiva, J. N. M.; Teixeira, M.; Turco, S. H. N.; Oliveira, S. M. P de.; Moura, A. de 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, p.668-678, 2004.
- Nóbrega, G. H.; Silva, E. M. N da.; Souza, B. B.; Mangueira, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Revista Verde*, v.6, p. 67 - 73, 2011.
- Nogueira, N. W.; Freitas, R. M. O. de.; Sarmiento, J. D. A.; Leal, C. C. P.; Castro, M. de P. Alternativas alimentares para ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. *Revista Verde*, v.5, p.05-12, 2010.

- NRC - National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.
- Oliveira, F. M. M.; Dantas, R. T.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B.; Medeiros, A. N. de. Parâmetros de conforto térmico e fisiológicos de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de condicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.631-635, 2005.
- Paulo, J. L. A.; Furtado, D. A.; Medeiros, A.N de.; Barreto, L. M. G.; Lisboa, A. C. C. Avaliação dos parâmetros fisiológicos de caprinos da raça caniné e Moxotó confinados no semiárido paraibano. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa : SBZ, 2006. v.43. p.1-1.
- Pereira, G.M.; Souza, B. B. de.; Silva, A. M. de A.; Roberto, J. V. B.; Silva, C. M. B. de A. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça saanen no semiárido paraibano. *Revista Verde*, v.6, p. 83-88, 2011.
- Radostits, O. M. Clínica veterinária - Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1736p.
- Reece, W.O. Dukes. Fisiologia dos animais domésticos. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2006. 925p.
- Ribeiro, V. L.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R de.; Azevedo, M. de.; Mattos, C. W.; Alves, K. S. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Caniné submetidos à alimentação à vontade e restrita. *Acta Scientiarum Animal*, v.28, p.331-337, 2006.
- Ribeiro, N. L.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N de.; 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, p.614-623, 2008.
- Rocha, R. R. C.; Costa, A. P. R., Azevedo, D. M. M. R, Nascimento; H. T. S.; Cardoso, F. S.; Murtatori, M. C. S.; Lopes, J. B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, p.1165-1172, 2009.
- Santos, F. C. B dos; Souza, B. B. de.; Alfaro, C. E. P.; César, M. F.; Pimenta Filho, E. C.; Acosta, A. A. A.; Santos, J. R. S dos. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, p.142-149, 2005.
- SAS. SAS 9.1 for windows. Cary (NC): SAS Inc; 2006
- Scarpellini, C. da S.; Bicego, K. C. Regulação da temperatura corporal em diferentes estados térmicos: ênfase na anapirexia. *Revista da Biologia*, v.5, p.1-6, 2010.
- Silva. R. G. da. Introdução à bioclimatologia animal. 1. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

- Silva, R. G. da.; Scala, N. L. J.; BersiPocay, P. L. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p.1939-1947, 2001.
- Silva, E. M. N da.; Silva, G. de A.; Cezar, M. F.; Souza, W. H. de.; Benício, T. M. A.; Freitas, M. M. S da. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p.516-52, 2006a..
- Silva, G. de A.; Souza, B. B de.; Alfaro, C. E. P.; Neto, J. A.; Azevedo, S.A.; Silva, E. M. N da.; Silva, R. M. N da. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, p.54-161, 2006b.
- Silva, G. de A.; Souza, B. B de.; Alfaro, C. E. P.; Silva, E. M. N da.; Azevedo, S.A.; Neto, J. A.; Silva, R. M. N.da. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.903-909, 2006c.
- Silva, E. M. N. da.; Souza, B.B de.; Sousa, O.B de.; Silva, G. de A.; Freitas, M. M.S de. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, v.23, p.142-148, 2010.
- Silva, C. M. B. de A. da.; Souza, B.B de.; Brandão, P. de A.; Marinho, P. V. T.; Benício, T. M. A.; Efeito das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços F1 Saanen x Boer. *Revista Caatinga*, v. 24, p.195-199, 2011.
- Souza, E. D. de; Souza, B.B de.; Souza, W. H. de.; Cezar, M. F.; Santos, J. R. S. dos.; Tavares, G. de P.; Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, p. 177-184, 2005.
- Souza, B. B. de.; Souza, E. D. de.; Silva, R. M. N. da.; Cezar, M. F.; Santos, J. R. S. dos.; Silva, G. de A. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.314-320, 2008a.
- Souza, B. B. de.; Souza, E. D. de.; Cezar, M. F.; Souza, W. H. de.; Santos, J. R. S. dos, Benício, T. M. A. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p.275-280, 2008b.
- Souza, B. B. de.; Lopes, J. J.; Roberto, J. V. B.; Silva, A. M. de A.; Silva, E. M. N da.; Silva, G. de A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer no semiárido paraibano. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.06, p.47-51, 2010.
- Souza, E. J. O.; Guim, A.; Batista, A. M. V.; Albuquerque, D. B. de.; Monteiro, C. C. F.; Zumba, E. R. de F.; Torres, T. R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde Produção*. v.11, p.1056-1067, 2010.

Souza, B. B. de.; Nóbrega, G. H.; Silva, E. M. N. da. Índice de tolerância ao calor de caprinos no semiárido. <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/indice-de-tolerancia-ao-calor-de-caprinos-no-semiarido-68871n.aspx>. Acesso em 29 de Janeiro de 2012.

Souza, B. B. de.; Benício, T. M. A. Importância das raças nativas: origem e adaptabilidade da raça Moxotó às condições de climas adversos. <http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal/importancia-das-racas-nativas-origem-e-adaptabilidade-da-raca-moxoto-as-condicoes-de-climas-adversos-76502n.aspx>. Acesso em 29 de Janeiro de 2012.

Starling, J. M. C.; Silva, R. G. da.; Muñoz, M. C.; Barbosa, G. S. S. C.; Costa, M. J. R. P. da. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 31, p. 2070-2077, 2002.

7. Anexo

Fotos do interior da câmara climática com animais.

