

JOUBERT BORGES DE MORAES

**TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS
NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE**

Teresina, 2010

JOUBERT BORGES DE MORAES

**TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS
NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração: Melhoramento Genético, Preservação, Etologia e Adaptabilidade Climática de Animais de Interesse Econômico.

Orientadora: Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

Co-Orientadora: Adriana Mello de Araújo

Teresina, 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Piauí

M827t Moraes, Joubert Borges de

Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos no Semiárido piauiense/Joubert Borges de Moraes.-Teresina, 2009.

44f. il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, 2010.

Orientadora: Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo

1. Bioclimatologia animal 2. Estresse térmico 3. Testes de adaptabilidade 4. Parâmetros fisiológicos I. Título.

CDD: 591.522 2

TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Esta Dissertação foi submetida, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, área de concentração em Melhoramento Genético, Preservação, Etologia e Adaptabilidade Climática de Animais de Interesse Econômico, outorgado pela Universidade Federal do Piauí.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Joubert Borges de Moraes

Aprovada em 26 de fevereiro de 2010.

Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo
Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte
Presidente

José Elivalto Guimarães Campêlo
Doutor, Professor do DZO/CCA/UFPI
Conselheiro

Adriana Mello de Araújo
Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte
Conselheira

Marcos Jacob de Oliveira Almeida
Doutor, Analista da Embrapa Meio-Norte
Conselheiro

DEDICO

A todos os meus familiares e amigos.

Em especial aos meus queridos pais José Neto de Moraes e Iria Borges de Moraes pelo amor, paciência, dedicação e incentivos dados a mim e a meus irmãos na busca do conhecimento, fazendo dos nossos sonhos os seus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela família, amigos e por sempre estar ao meu lado, principalmente nas horas mais difíceis;

À Universidade Federal do Piauí – UFPI por ter me abrigado ao longo do curso, proporcionando a realização desta conquista profissional;

À Embrapa Meio-Norte por sempre mostrar-se de portas abertas àqueles que a procuram, oferecendo qualificação e experiência;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de pós-graduação;

Ao Banco do Nordeste, pelo apoio financeiro ao projeto;

À pesquisadora e orientadora Dra. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo pela orientação acadêmica, ensinamentos, confiança, dedicação e profissionalismo que tanto tem contribuído para o engrandecimento da Ciência Animal;

À pesquisadora e co-orientadora Dra. Adriana Mello de Araújo pela orientação acadêmica, ensinamentos, confiança e por não medir esforços para a qualificação de seus orientandos;

Ao professor Dr. José Elivalto Guimarães Campêlo pelas orientações desde a graduação, confiança, apoio e amizade;

Ao Dr. Marcos Jacob de Oliveira Almeida pela amizade, orientações e pela gentileza de compor a banca avaliadora;

Ao professor Dr. Amilton Paulo Raposo Costa pelas contribuições nesta pesquisa;

Ao Dr. João Batista Lopes pelos ensinamentos e auxílio nas análises estatísticas;

Ao pesquisador Dr. Valdemício Ferreira de Sousa e sua família pelo apoio, amizade e orientações que foram imprescindíveis para minha formação profissional;

Ao pesquisador Dr. Bruno de Almeida Souza pela colaboração e auxílio na obtenção de dados meteorológicos;

Ao pesquisador Dr. Aderson Soares pelo auxílio na leitura de dados meteorológicos;

À pesquisadora Dra. Tânia Maria Leal e ao seu fiel assistente Ozires Barbosa de Souza pela ajuda na condução deste trabalho;

Aos grandes amigos Médico Veterinário Abdias Pereira Último e Doutorando Flávio de Sousa Oliveira pelo companheirismo e por não medirem esforços na realização desta pesquisa, participando de forma direta;

Aos amigos Mestrando Márcio da Silva Costa e Doutorando José da Fonseca Castelo Branco pelo companheirismo e por sempre se mostrarem à disposição;

Ao amigo Médico Veterinário Marcos Mineiro pelo apoio em Castelo do Piauí;

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal e da Embrapa Meio-Norte pela sua dedicação, eficiência, amizade e saudações;

Ao operário de campo Júlio Cezar da Silva Abreu pela amizade e pela boa prestação de serviço de manejo de animais;

Aos funcionários do Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte em Castelo do Piauí pelo apoio na condução desta pesquisa;

Ao amigo e conterrâneo Prof. Carlos Lairon pelo auxílio nas traduções dos resumos.

Aos meus irmãos Jopson, Zêila, Jefferson, Jackson, Janaina e a minha querida namorada Kléia pelo amor, carinho, amizade, paciência e por sempre acreditarem em meu potencial;

A todos os meus familiares, em especial a minha querida avó Maria de Jesus Lacerda e as minhas tias Maria de Lourdes Borges de Jesus e Zélia Borges de Jesus Oliveira por não medirem esforços para qualificação de seus sobrinhos;

Aos todos os meus primos, em especial aqueles com quem convivo atualmente, Emerson, Gutemberg, Pedro, Grasiela, Almeida, Henrique e Isaac.

A todos os amigos da minha querida cidade natal, Paes Landim-PI, em especial Arimatéia, Raimundo Júnior, Cleideni, Jonas Moraes e William pela amizade verdadeira.

Aos amigos, que conquistei durante estes anos de pós-graduação, e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 CAPÍTULO I - Respostas fisiológicas de caprinos especializados e naturalizados às condições climáticas do Semiárido piauiense.....	9
Resumo.....	9
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	10
Resultado e Discussão.....	11
Conclusões.....	13
Referências Bibliográficas.....	14
3 CAPÍTULO II - Adaptabilidade de caprinos exóticos e especializados às condições climáticas do Semiárido piauiense.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Método.....	18
Resultado e Discussão.....	20
Conclusões.....	24
Referências Bibliográficas.....	25
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CA	Coeficiente de adaptabilidade
CTC	Coeficiente de tolerância ao calor
FR	Frequência respiratória
ITC	Índice de tolerância ao calor
ITGU	Índice de temperatura de globo negro e umidade
ITU	Índice de temperatura e umidade
RS	Radiação solar
SNK	Student Newman Keuls
SPRD	Sem padrão racial definido
TA	Temperatura ambiente
TGN	Temperatura de globo negro
Tpo	Temperatura de ponto de orvalho
TR	Temperatura retal
TR 1	Temperatura retal 1 (aferida as 13 h)
TR 2	Temperatura retal 2 (aferida as 15 h)
UR	Umidade relativa do ar
VV	Velocidade do vento

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela I – Médias e desvios-padrão das variáveis ambientais, radiação solar (RS), velocidade do vento (VV), temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), nos períodos chuvoso e seco, durante o período experimental, no município de Castelo do Piauí, PI
- Tabela II – Médias e desvios-padrão da temperatura retal (°C) de caprinos machos dos grupos Azul, Marota e Anglo-Nubiano nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI
- Tabela III – Médias e desvios-padrão da frequência respiratória (mov/min) de caprinos machos dos grupos Azul, Marota e Anglo-Nubiano nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI

CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Média das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nos períodos chuvoso e seco, em diferentes horários do dia, durante o período experimental, no município de Castelo do Piauí, PI
- Tabela 2 – Média e desvio-padrão do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), segundo o Teste de Ibéria, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI
- Tabela 3 – Média e desvio-padrão do Coeficiente de Adaptabilidade (CA), segundo o Teste de Benezra, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI
- Tabela 4 – Média e desvio-padrão do Índice de Tolerância ao Calor (ITC), segundo o Teste de Baccari Júnior, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI

RESUMO

Com o objetivo de avaliar as respostas fisiológicas e a adaptabilidade de caprinos do Nordeste do Brasil dos ecotipos Azul e Marota, e caprinos da raça especializada Anglo-Nubiana, às condições climáticas do Semiárido piauiense, realizou-se dois experimentos, sendo o primeiro para avaliar o comportamento termorregulatório no horário do dia de mais alta temperatura e outro para avaliar a adaptabilidade de acordo com testes realizados a campo, nos períodos chuvoso e seco, no município de Castelo do Piauí, PI. No primeiro experimento foram avaliados os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) no horário de 14 às 15 horas, três vezes no período chuvoso (maio) e três vezes no período seco (setembro/outubro), com os animais à sombra. Foram utilizados caprinos machos jovens, Azul (n = 4), Marota (n = 5) e Anglo-Nubiano (n = 5), clinicamente saudáveis, de mesma faixa etária e submetidos às mesmas condições de manejo. Nos mesmos dias e horários foram mensuradas a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar e temperatura de globo negro, e calculado os índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). A média geral da TR (°C) foi, no período chuvoso, para os caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nesta ordem: $38,93 \pm 0,70$; $38,83 \pm 0,56$ e $39,04 \pm 0,67$; e no período seco: $38,50 \pm 0,24$; $38,45 \pm 0,36$ e $38,37 \pm 0,24$. A FR (mov./min.) foi, no período chuvoso, para os caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nesta ordem: $29,00 \pm 17,26$; $25,69 \pm 4,29$ e $24,67 \pm 10,68$; e no período seco: $27,83 \pm 10,28$; $34,07 \pm 9,53$ e $23,80 \pm 6,03$. Os resultados obtidos para ITU variaram de 78,80 a 82,10 e para ITGU de 79,96 a 83,36. Na segunda etapa foram utilizados os mesmos animais em três testes experimentais distintos: Ibéria, Benezra e Baccari Júnior. Foram realizadas três coletas em cada período. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 2 (3 grupos genéticos e 2 períodos), realizando-se análise de variância seguida do teste de comparação de média de Student-Neuman-Keuls a 5% de probabilidade. Dentre os três testes, o de Benezra foi o único que apresentou interação significativa ($P < 0,05$) entre grupo genético e período climático. O grupo Azul mostrou-se com maior capacidade de manter a temperatura corporal normal em relação à pelo menos um dos grupos estudados, de acordo com os testes de Ibéria e de Benezra. Com relação ao teste de Baccari Júnior, os grupos demonstraram alta capacidade de dissipação de calor. O período seco do Semiárido é menos estressante para caprinos.

Palavras-chave: Anglo-Nubiano, Azul, bioclimatologia animal, estresse térmico, Marota, testes de adaptabilidade

ABSTRACT

Aiming to evaluate the physiological response and adaptability of naturalized goats to northeastern Brazil of the ecotypes Azul and Marota, and specialized breed Anglo-Nubian, the climatic conditions of the Semiarid of Piauí, conducted two experiments, the first to evaluate the thermoregulatory behavior in the time of day of high temperature and to evaluate the adaptability according to tests conducted adaptability in the field, in rainy and dry seasons in the municipality of Castelo of the Piauí, PI. In the first experiment evaluated the physiological parameters, respiratory rate (RR) and rectal temperature (RT) in 14 hours 15 hours three times during the rainy season (May) and three times in the dry season (September / October), with animals in the shade. We used young male goats Azul (n = 4), Marota (n = 5) and Anglo-Nubian (n = 5), clinically healthy, same age and subject to the same management conditions. During the same days and times were measured at ambient temperature (AT), relative humidity (RH), wind speed (WS), solar radiation (SR) and black globe temperature (BGT), and calculated the temperature and humidity index (THI) and the black globe temperature and humidity index (BGHI). The overall average of RT (°C) was in the rainy season for the goats to the Azul, Marota and Anglo-Nubian, in this order: 38.93 ± 0.70 , 38.83 ± 0.56 and 39.04 ± 0.67 , and the dry period: 38.50 ± 0.24 , 38.45 ± 0.36 and 38.37 ± 0.24 . The FR (mov./min.) was in the rainy season for Azul, Marota and Anglo-Nubian goats, in this order: 29.00 ± 17.26 , 25.69 ± 4.29 and 24.67 ± 10.68 , and the dry period: 27.83 ± 10.28 , 34.07 ± 9.53 and 23.80 ± 6.03 . The results for THI ranged from 78.80 to 82.10 and BGHI 79.96 to 83.36. In the second step we used the same animals in three different experimental tests: Iberia, Benezra and Baccari Junior. Were three samples in each period. The experimental design was completely randomized, with a 3 x 2 (3 genotypes and 2 periods), performing an analysis of variance followed by comparison test of average Student-Neuman-Keuls at 5% probability. Among the three tests, Benezra was the only one of which showed significant interaction ($P < 0.05$) between genetic and climatic period. The Azul group showed up with more capacity to maintain normal body temperature in relation to at least one of the groups studied, according to the tests of Iberia and Benezra. Regarding the test Baccari Junior, the groups showed a high capacity for heat dissipation. The dry season of Semiarid is less stressful to goats.

Key words: Anglo-Nubian, Azul, animal bioclimatology, heat stress, Marota, tests of adaptability

1 INTRODUÇÃO GERAL

A espécie caprina foi domesticada a cerca de 7.000 a.C. e encontra-se atualmente distribuída em quase todas as regiões do planeta, com um efetivo mundial na ordem de 807,6 milhões de cabeças (FAO, 2006), representando uma importante atividade socioeconômica para as populações dos países em desenvolvimento. Os caprinos são comumente associados a ambientes hostis, tendo grande capacidade de adaptação às regiões de clima árido e semiárido. Geralmente estão ligados a povos com cultura de subsistência e pecuária extensiva, fornecendo-lhes carne, leite e pele de excelente qualidade (GOMES, 2006).

No Brasil, os caprinos foram introduzidos pelos portugueses na época da colonização e passaram, então, por um longo período de seleção natural e adaptação ao Semiárido, formando assim, vários grupamentos genéticos como Azul, Canindé, Graúna, Marota, Moxotó, Nambi, Repartida etc. Estes grupos constituem os ecotipos brasileiros e estão localizados principalmente no Nordeste, onde são criados de forma extensiva e semi-extensiva, quase sempre aliada à agricultura familiar, para a produção de carne, pele e leite. Esses animais apresentam características marcantes de adaptabilidade a ambientes menos favoráveis, o que tem levado às diversas citações na literatura como de primordial importância para o desenvolvimento de regiões de baixa oferta de alimentos e clima adverso, como o Semiárido (DEVENDRA, 2002).

A caprinocultura brasileira está inserida principalmente no Nordeste, onde se estima que 91,1% dos 9,35 milhões de animais estejam presentes, colocando o Brasil entre os quinze maiores plantéis mundiais. O Piauí, com 1,37 milhões de cabeças, atualmente possui o terceiro maior efetivo de rebanho do Nordeste, ficando atrás dos estados da Bahia e de Pernambuco, com 2,93 milhões e 1,72 milhões, respectivamente, sendo a maioria dos animais criados no Semiárido do estado (IBGE, 2008).

Apesar do Nordeste possuir um grande efetivo de caprinos, os índices produtivos desses animais não tem crescido, o que tem favorecido, ao longo dos anos, políticas de introdução de raças especializadas com o intuito de aumentar tais índices. Entretanto, é necessário que o clima seja levado em consideração, uma vez que as condições climáticas desta região se apresentam como estressantes, caracterizando-se por altas temperaturas do ar (SANTOS et al., 2005).

Segundo Neiva et al. (2004), quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, a interação animal x ambiente deve ser considerada, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Para que se tenha um bom resultado, é necessário que o animal esteja adaptado à região onde se deseja desempenhar a atividade. Segundo Bianchini et al. (2006), para que essa adaptabilidade seja expressa, muitas vezes, é necessário que se recorra ao cruzamento entre raças. Nesse contexto os grupos genéticos locais de animais domésticos se inserem, sendo indicados para esse tipo de tarefa, pois cumprem o papel de melhorar o desempenho de raças mais produtivas que não estão adaptadas às condições climáticas do Nordeste brasileiro, uma vez que apresentam rusticidade e características específicas de adaptabilidade.

Apesar de apresentarem adaptabilidade ao clima do Semiárido, a maioria dos caprinos naturalizados do Nordeste apresenta um baixo desempenho produtivo. Com isso surge a necessidade de se conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação dos diversos grupos genéticos, permitindo assim inferir sobre os ecotipos ou raças mais adequados a uma determinada condição específica de ambiente. Um exemplo de raça exótica introduzida é a Anglo-Nubiana que tem sido utilizada no Nordeste em cruzamentos com fêmeas de genótipos naturalizados, além de fêmeas sem padrão racial definido (SPRD).

Originária da Inglaterra, dos cruzamentos de cabras comuns inglesas e bodes nubianos importados da Núbia, Índia e Arábia, a raça Anglo-Nubiana é originalmente considerada de aptidão mista, carne e leite (SANTOS et al., 2005). Encontra-se bastante disseminada no Brasil, constituindo a principal raça utilizada para a produção de carne. Segundo Souza e Santos (1999), os machos pesam em média 70-95 kg, enquanto que as fêmeas alcançam pesos que variam de 55-65 kg.

A Embrapa Meio-Norte mantém um núcleo de conservação de caprinos dos ecotipos Marota e Azul no município de Castelo do Piauí, estado do Piauí. Os caprinos do grupo Marota possuem como características básicas, pelagem branca, pele e mucosas claras, porém pigmentadas. Procurados por selecionadores pela rusticidade e pela pelagem para usar em cruzamentos diversos, são produtores de pele de excelente qualidade e carne. De acordo com Santos (2003), o peso médio dos machos varia de 55-75 kg e das fêmeas entre 39-55 kg.

O ecotipo Azul é bem apreciado pelos criadores por sua rusticidade e boa produção de leite, carne e pele. Nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará encontram-se a maioria dos animais do grupo, entretanto, são próprios da caatinga do Estado do Piauí. Possuem como característica marcante a tonalidade azulada de sua pelagem, possuindo pele escura e mucosas nasal e perineal acinzentadas. Os machos apresentam pelos fortes e grossos principalmente na região dorso-lombar; já as fêmeas possuem pelos mais delicados. O peso médio dos machos varia de 60-75 kg e o das fêmeas fica em torno de 45-55 kg (SANTOS, 2003).

Os caprinos, assim como todos os ruminantes, são classificados como homeotérmicos, ou seja, apresentam mecanismos fisiológicos que se destinam a manter a temperatura corporal constante, dentro de determinada faixa de temperatura ambiente,

denominada zona de conforto ou de termoneutralidade, com mínima mobilização dos mecanismos de termorregulação (GOMES, 2006).

Em relação à adaptabilidade dos animais de interesse zootécnico, o estresse por calor é um dos principais fatores que limitam a expressão do potencial genético, principalmente em regiões tropicais (DIAS et al., 2007). A adaptabilidade pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos, sendo esta o resultado da ação conjunta de características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais, no sentido de promover o bem-estar e favorecer a sobrevivência em um ambiente específico (BACCARI JÚNIOR, 1986; SILVA, 2000).

Na literatura os parâmetros fisiológicos mais utilizados para avaliar a tolerância ao calor são frequência respiratória e temperatura retal. Entretanto, outros parâmetros vêm sendo estudados também para a avaliação do estresse térmico, tais como características hematológicas, características morfológicas do pelame, além dos testes de adaptabilidade e tolerância ao calor.

A capacidade dos animais de se adaptar a um determinado ambiente depende de um conjunto de ajustes fisiológicos. Segundo Barbosa e Silva (1995) as limitações à produção animal em áreas tropicais podem ser ocasionadas pelos quatro principais elementos ambientais estressantes: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento. Esses fatores irão interferir no desempenho especialmente de animais introduzidos em regiões climáticas diferentes daquelas de origem. Essas informações são utilizadas com o fim, de formar direta ou indiretamente, índices de ambiente térmico como o índice de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

A interação entre os animais e o ambiente externo ocorre através dos processos físicos de trocas térmicas: condução, convecção, radiação e evaporação. Os três primeiros componentes, não- evaporativos, estão associados às trocas térmicas secas, sendo o calor perdido por esses processos denominado de calor sensível, que é função das diferenças de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente. Assim, para que esses mecanismos sejam eficientes, é necessário haver gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente, porém, em ambientes quentes onde a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a temperatura corporal, os mecanismos sensíveis de perda de calor tornam-se ineficazes (SILVA, 2000), entrando em ação os mecanismos evaporativos, respiração e sudorese, para que ocorra a regulação térmica. Estes mecanismos se baseiam em trocas térmicas úmidas, e o calor perdido por esse processo é denominado calor latente ou insensível, sendo responsável pela maior parcela de calor perdido pelo animal em condições de temperatura ambiente elevada (NÃÃS, 1998).

A frequência respiratória é uma das principais referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor. Quando é mantida alta por curtos períodos constitui-se numa maneira eficiente de perda de calor, mas caso isso ocorra por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais. A elevação da frequência respiratória em caprinos sob estresse térmico é uma resposta ao aumento da temperatura corporal, como mecanismo de eliminação do calor por evaporação via aparelho respiratório (MEDEIROS et al., 2001). De acordo com Souza et al. (2005), a respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminção, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos. Assim animais que apresentam menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor. Nos caprinos a frequência respiratória normal é de 19 movimentos/minuto em média

(BACCARI JÚNIOR, 1986), tendo uma variação normal de 12 a 25 movimentos/minuto (KOLB, 1974).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre energia térmica produzida e dissipada (SILVA et al., 2006b) e a maneira mais fácil de estimar esta variável é por meio da temperatura retal, que nos caprinos adultos em repouso pode variar de 38,5 a 40,0°C (BACCARI JÚNIOR et al., 1996). Um aumento na temperatura retal significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se (SOUZA et al., 2005).

Com base nos parâmetros fisiológicos, principalmente temperatura retal e frequência respiratória, foram desenvolvidos testes ou índices de adaptabilidade, dos quais três têm se destacado na literatura especializada: teste de Ibéria, teste de Benezra e teste de Baccari Júnior (MÜLLER, 1982; BACCARI JÚNIOR, 1996; SILVA, 2000; SOUZA et al., 2008). Estes testes são considerados “medidas de adaptabilidade” por nos permitirem verificar a capacidade do animal em manter sua homeotermia ou, no caso do teste de Baccari Júnior, dissipar calor.

O teste de Ibéria ou Rhoad foi idealizado em 1944 por Albert Rhoad nos EUA. Neste teste, determina-se o quanto a temperatura retal do animal excede a temperatura retal considerada normal. É um teste de fácil aplicação e necessita apenas da medição da temperatura retal do animal (ou grupo de animais), por três dias, consecutivos ou não, as 10 e 15 horas. Por meio deste teste obtém-se o coeficiente de tolerância ao calor (CTC), que deverá ser comparado a 100. O resultado é expresso como uma porcentagem da eficiência máxima em manter a temperatura retal em 39,1°C, sendo que quanto mais elevado o coeficiente, maior o grau de tolerância e mais adaptado estará o animal às condições em que o teste foi realizado.

O teste de Benezra foi idealizado na Venezuela em 1954. Este teste considera, além da temperatura retal, a frequência respiratória (MÜLLER, 1982) e foi utilizado por Villares (1972) na avaliação da adaptabilidade de bovinos Chianina Puros de Origem e Zebuínos e também, mais recentemente por Magalhães et al. (1998) para bovinos e bubalinos. Em caprinos já foi utilizado por Martins Júnior et al. (2007b), Santos (2007) e Rocha et al. (2009). Por meio deste teste calcula-se o coeficiente de adaptabilidade (CA), considerando-se mais tolerantes os animais que apresentarem valores mais próximos de dois.

Uma das formas de avaliar-se a capacidade fisiológica dos animais de tolerar melhor o calor está na eficiência dos mesmos em dissipar este calor, o que varia entre espécies, raças e indivíduos. Tendo como objetivo verificar a capacidade de tolerância ao calor, Baccari Júnior et al. (1986) utilizaram o índice de tolerância ao calor (ITC) que se baseia na capacidade de dissipação de calor dos animais após exposição à radiação solar direta. Alguns trabalhos têm utilizado este teste em caprinos (SANTOS et al., 2005; SILVA et al., 2006a; SOUZA et al., 2008).

O conhecimento da tolerância e da capacidade das diversas raças como forma de suporte técnico a uma determinada exploração animal faz-se necessário, bem como, o estudo da introdução de raças em uma nova região ou o norteamo de um programa de cruzamento, buscando desenvolver genótipos mais adequados a uma condição mais específica de ambiente (SANTOS et al., 2005). Objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta fisiológica e a adaptabilidade de caprinos dos ecotipos Marota e Azul em comparação com a raça especializada Anglo-Nubiana, às condições climáticas do município de Castelo do Piauí, Estado do Piauí, nos períodos climáticos chuvoso e seco, mediante avaliação de parâmetros fisiológicos, ambientais e aplicação de testes de adaptabilidade e tolerância ao calor.

Esta dissertação encontra-se organizada estruturalmente em, uma introdução geral, dois capítulos, um item de considerações finais e as referências bibliográficas. Os capítulos foram elaborados na forma de artigos científicos, sendo o primeiro intitulado de “Respostas fisiológicas de caprinos especializados e naturalizados às condições climáticas do Semiárido piauiense” escrito de acordo com as normas da revista *Archivos de Zootecnia* e o segundo intitulado de “Adaptabilidade de caprinos especializados e naturalizados às condições climáticas do Semiárido piauiense” conforme as normas do periódico *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*.

2 CAPÍTULO I

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CAPRINOS ESPECIALIZADOS E NATURALIZADOS ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO PIAUIENSE¹

PHYSIOLOGIC RESPONSE OF SPECIALIZED AND NATURALIZED GOATS TO THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE TROPIC SEMI-ARID OF PIAUÍ

Moraes, J. B.^{2a}, D. M. M. R. Azevêdo^{3a}, A. M. Araújo^{3b}, F. S. Oliveira^{2b}, A. P. Último^{2c}, J. B. Lopes^{2d}, J. E. G. Campelo^{2e}, M. J. O. Almeida^{3c}

¹Pesquisa financiada pelo Banco do Nordeste.

²Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, CCA/Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências Agrárias. Campus da Socopo. Teresina, Piauí. CEP 64.049-550. Brasil. ^amoraesjb@yahoo.com.br; ^bsousasoft@hotmail.com; ^cabdiasultimo@hotmail.com; ^dlopesjb@uol.com.br; ^eelivalto@ufpi.br.

³Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, nº 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, Piauí. CEP 64200-970. Brasil. ^aazevedo@cpamn.embrapa.br; ^badriana@cpamn.embrapa.br; ^cmjacob@cpamn.embrapa.br.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento termorregulatório de caprinos especializados (Anglo-Nubiana) e naturalizados (Azul e Marota) no Semiárido piauiense por meio dos parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) em diferentes períodos climáticos (chuvoso e seco). Foram utilizados 14 machos, sendo quatro animais do grupo Azul, cinco do grupo Marota e cinco da raça Anglo-Nubiana. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x2 (três grupos genéticos e dois períodos), aplicando-se o teste de Student-Newman-Keuls (SNK) para comparação das médias. As TR e FR foram coletadas no horário de 14-15 h, três vezes em cada período climático, com os animais à sombra. Paralelamente foram mensuradas a temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do vento, radiação solar e temperatura de globo negro (TGN), e calculados os índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). Houve efeito de período climático ($P < 0,05$) sobre todas as variáveis e índices. Não houve diferença ($P > 0,05$) para TR entre os grupos genéticos, porém no período chuvoso, os animais apresentaram maior TR ($P < 0,05$). Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) de grupo genético e nem de período do ano para a FR. Conclui-se que o ITU e ITGU indicaram situação de estresse para o ambiente climático do Semiárido. Os grupos mostraram-se fisiologicamente bem adaptadas às condições climáticas do Semiárido, mantendo a homeotermia em ambos os períodos do ano.

Palavras-chave: Anglo-Nubiano, Azul, bioclimatologia, estresse térmico, Marota, variáveis climáticas

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the thermoregulatory behavior of exotic animals (Anglo-Nubian) and naturalized (Azul and Marota) in the Semi-arid of Piauí through the physiological measures of rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR) in different climatic periods (rainy and dry). Fourteen male animals were used, four of the group Blue, five of the group Marota and five of the group Anglo-Nubian. It was used the completely randomized design in the factorial schemes 3 x 2 (three genetic groups and two periods), applying the test of Student-Newman-Keuls (SNK) to compare the means. The RT and RR were collected between the hours of 2:00pm and 3:00pm, three times in each climatic period, with the animals in the shade. At the same time were observed the room temperature (RT), relative humidity (RH), wind speed (WS), solar radiation (SR) and black globe temperature (BGT), and calculated the temperature and humidity indexes (THI) and the black globe temperature and humidity index (BGTHI). There was an effect of climatic period ($P < 0.05$) on all variables and indexes. There was no difference ($P > 0.05$) for RT between the genetic groups, but in the rainy season, the animals showed higher RT ($P < 0.05$). There was no significant effect ($P > 0.05$) of breed and on the time of year for the RR. It concluded that the THI and BGTHI indicated stress situation for the climatic environment of Semiarid. The groups seemed physiologically well adapted to the climatic conditions of Semiarid, maintaining homeothermy in both periods.

Key Words: ambient variables, Anglo-Nubian, Azul, bioclimatology, heat stress, Marota

Introdução

A caprinocultura brasileira está inserida principalmente no Nordeste, constituindo-se numa atividade econômica importante para a região, onde se estima que quase 93% do efetivo nacional esteja presente, colocando o Brasil entre os 15 maiores plantéis mundiais (IBGE, 2008). Esse efetivo é formado em grande parte por grupos sem padrão racial definido (SPRD) e pelos ecotipos nordestinos, que embora exibam características marcantes de adaptabilidade a ambientes menos favoráveis, sendo de primordial importância para o desenvolvimento de regiões de baixa oferta de alimentos e clima adverso como o Semiárido, apresentam baixos índices produtivos, o que tem favorecido, ao longo dos anos, políticas de introdução de raças especializadas com o intuito de aumentar tais índices.

Como o estresse por calor é um dos principais fatores que limitam a expressão do potencial genético dos animais, principalmente em regiões tropicais, faz-se necessário o conhecimento da tolerância e da capacidade das diversas raças como forma de suporte técnico a uma determinada exploração animal, bem como, o estudo da introdução de raças em uma nova região ou o norteamento de um programa de cruzamento, buscando desenvolver genótipos mais adequados a uma condição mais específica de ambiente (Santos et al., 2005).

Quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, a interação animal x ambiente deve ser considerada, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Assim, na produção animal, para que se tenha um bom resultado, é necessário que o animal esteja adaptado à região onde se deseja desempenhar a atividade (Neiva et al., 2004).

Os caprinos, assim como os demais ruminantes, são classificados como homeotérmicos, ou seja, apresentam mecanismos fisiológicos que se destinam a manter a temperatura corporal constante, dentro de determinada faixa de temperatura ambiente, denominada zona de conforto ou de termoneutralidade, isso com a mínima mobilização dos mecanismos de termorregulação (Gomes, 2006).

Segundo Barbosa e Silva (1995) as limitações à produção animal em áreas tropicais podem ser ocasionadas pelos quatro principais elementos ambientais estressantes: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento. Esses fatores irão interferir no desempenho especialmente de animais introduzidos em regiões edafoclimáticas diferentes daquelas de origem (Santos et al., 2005). Essas informações são utilizadas com o fim, de formar direta, ou indiretamente índices de ambiente térmico como o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Segundo Bianca e Kunz (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória constituem as melhores referências fisiológicas para se estimar a tolerância dos animais ao calor. Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor de acordo com Baccari Júnior (1986).

Objetivou-se com este trabalho avaliar e comparar a resposta fisiológica de caprinos dos ecotipos Azul e Marota e da raça especializada Anglo-Nubiana às condições climáticas do Semiárido piauiense, por meio dos parâmetros fisiológicos temperatura retal e frequência respiratória, bem como verificar o efeito da época do ano sobre tais parâmetros.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, no município de Castelo do Piauí, PI, localizado a 05° 19' 20" de latitude Sul e a 41° 33' 09" de longitude Oeste, com uma altitude de 239 m acima do nível do mar. O município, distante 190 km de Teresina, capital do estado, está localizado no Território dos Carnaubais, apresentando temperaturas mínima de 23°C e máxima de 35°C, com clima quente tropical e precipitação pluviométrica média anual entre 800 a 1.600 mm (Aguiar e Gomes, 2004).

Foram utilizados 14 caprinos machos não castrados, com idade média de 12 meses, sendo quatro animais do grupo Azul, cinco do grupo Marota e cinco da raça Anglo-Nubiana. Esses animais foram mantidos, durante o período experimental, em regime semi-intensivo, tendo como base alimentar a vegetação naturalizada (caatinga) com suplementação concentrada e mineral além de água à vontade.

Os parâmetros fisiológicos, frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), foram aferidos nessa ordem, com os animais à sombra, no horário das 14 horas, uma vez por semana. Foram realizadas três coletas em dois períodos climáticos: chuvoso (maio/2009) e seco (setembro-outubro/2009), totalizando seis coletas.

A FR foi obtida por meio da observação, a uma distância mínima de dois metros, dos movimentos na região do flanco direito, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos, sendo o valor obtido multiplicado por dois, obtendo-se assim, a FR em movimentos por minuto (mov/min). Para a obtenção da TR, utilizou-se um termômetro clínico digital introduzido diretamente no reto do animal a uma profundidade de 5 cm, até soar o sinal sonoro de estabilização da temperatura, sendo o resultado da leitura expresso em graus centígrados (°C).

Paralelamente às medições das variáveis fisiológicas foram coletadas as seguintes variáveis ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (VV), radiação solar (RS), na estação meteorológica automática da Embrapa Meio-Norte em Castelo do Piauí e temperatura de globo negro (TGN) pelo termômetro de globo negro instalado à sombra, a uma altura de 50 cm do solo. Com esses dados calcularam-se o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), utilizando as seguintes fórmulas:

$ITU = TA + 0,36T_{po} + 41,5$, onde T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho e TA, a temperatura ambiente, ambas em °C (Thom, 1958).

$ITGU = TGN + 0,36T_{po} + 41,5$, onde (TGN) é a temperatura do globo negro e T_{po} a temperatura do ponto de orvalho, ambas em °C (Buffington et al., 1981).

Para os parâmetros fisiológicos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 X 2 (3 grupos genéticos x 2 períodos), com quatro repetições para o grupo Azul e cinco repetições para os grupos Marota e Anglo-Nubiano. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2000) e os valores médios comparados pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As médias das variáveis ambientais radiação solar (RS), velocidade do vento (VV), temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro à sombra (TGN), e dos índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), observadas durante o período experimental encontram-se na tabela 1.

Tabela I - Médias e desvios-padrão das variáveis ambientais, radiação solar (RS), velocidade do vento (VV), temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), nos períodos chuvoso e seco, durante o período experimental, no município de Castelo do Piauí, PI, em 2009

Variável ambiental	Chuvoso	Seco
RS (W/m ²)	639,63 ± 240,80 ^A	391,25 ± 35,58 ^B
VV (m/s)	0,95 ± 0,43 ^B	1,61 ± 0,42 ^A
TA (°C)	29,28 ± 1,48 ^B	35,30 ± 0,84 ^A
UR (%)	67,88 ± 10,63 ^A	30,13 ± 2,59 ^B
TGN (°C)	30,44 ± 0,78 ^B	36,56 ± 0,42 ^A
ITU	78,80 ± 1,17 ^B	82,10 ± 0,81 ^A
ITGU	79,96 ± 1,05 ^B	83,36 ± 0,66 ^A

^{A,B}Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

A análise de variância revelou efeito de período (P<0,05) para todas as variáveis e para ITU e ITGU.

A radiação solar (RS) ou carga térmica radiante foi maior no período chuvoso (P<0,05), provavelmente esse foi um dos fatores que fez com que a temperatura retal (TR) dos caprinos avaliados fosse também maior (P<0,05) nesse período (Tab. 2), pois o efeito da RS sobre os animais representa grande influência climatológica sobre os parâmetros fisiológicas, temperatura retal e frequência respiratória (Souza et al., 2008), uma vez que o conteúdo energético das radiações absorvidas pelo corpo do animal se transforma em calor, elevando sua temperatura. Embora os animais estivessem à sombra, é importante salientar que, além de ser transmitida

diretamente pelo o sol, a RS também pode ser refletida pelas nuvens ou partículas de poeira em suspensão na atmosfera, solo, água e objetos próximos. Morais et al. (2004) no Semiárido cearense constataram que no período seco (outubro a dezembro) a carga térmica radiante foi maior que no período chuvoso (abril a junho), porém a TR de caprinos sem padrão racial definido (SPRD), no horário da tarde, não se diferenciou entre os períodos, já a FR mostrou-se mais elevada no período seco.

A velocidade do vento (VV) teve maior média no período seco ($P < 0,05$), favorecendo a termólise, uma vez que o vento atua sobre os animais domésticos eliminando o calor na superfície do corpo por convecção e, principalmente, favorecendo a evaporação, contribuindo, desta forma, para a eliminação do excesso de calor em ambiente de temperatura elevada. Segundo McDowell (1972) ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 m/s são ideais para a criação de animais domésticos, causando preocupações quando este atinge 8,0 m/s. Neves et al. (2009) trabalhando com ovinos deslanados Santa Inês no período chuvoso do Agreste pernambucano encontraram valores entre 0,7 e 3,0 m/s. No Semiárido paraibano foi encontrado o valor de 2,9 m/s no período seco (Gomes et al., 2008).

A média da TA no período chuvoso (29,28°C) apresentou-se dentro da zona de conforto térmico para caprinos (20 a 30°C) recomendada por Baêta & Souza (1997). No entanto, no período seco a temperatura ambiente (35,30°C) ultrapassou a temperatura máxima de conforto térmico estabelecida por estes autores. O mesmo fato ocorreu com a TGN, que segundo a equipe do Conforto Ambiental da UNICAMP, é considerada regular de 27 a 34°C e acima de 35°C é considerada crítica (Mota, 2001).

A UR na época chuvosa foi superior à da época seca ($P < 0,05$), como esperado em decorrência da maior pluviosidade, podendo ainda estar associada ao aumento da TA no período seco. A UR é de grande importância para os animais quando a temperatura do ar extrapola os limites da faixa de conforto, porque interfere na eficiência da evaporação, que é o principal processo de perda de calor em caprinos sob estresse. Assim em altos valores e associados a altas temperaturas do ar pode acarretar sérios problemas no bem-estar e na produtividade do animal (Baêta et al., 1997).

Os valores do ITU em ambos os períodos apresentam-se elevados atingindo a situação de perigo de acordo com Hahn (1985) que afirma que valores de ITU até 70, definem situação de conforto; de 71 a 78, situação de alerta; de 79 a 83, situação perigosa, e acima de 83, emergência. Cesar et al. (2004) no período seco do Semiárido paraibano e Azevêdo et al. (2008) no período chuvoso do Semiárido piauiense encontraram valores próximos ao deste experimento, 82,4 e 78,20, respectivamente.

Os resultados obtidos para ITGU durante este experimento (Tab. 1) encontram-se todos acima da zona de conforto (situação de perigo) de acordo com o *National Weather Service – USA*, citado por Baêta (1985), que afirma que valores de ITGU até 74, definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84, emergência. Considerando que o ITGU, em ambos os períodos, representa para vacas leiteiras um estresse calórico elevado, para os caprinos estudados não teve o mesmo efeito, provavelmente em função alta capacidade de dissipação de calor dos mesmos, pois a TR dos diferentes grupos genéticos se mostraram dentro da normalidade, de acordo Baccari Júnior et al. (1996).

Apesar dos índices ITU e ITGU indicarem o período seco como potencialmente estressante, os resultados da tabela 2 sugerem que a TR dos animais permaneceu dentro da faixa considerada normal para caprinos, indicando adaptabilidade fisiológica dos caprinos dos três grupos estudados às condições ambientais do local do experimento.

A análise estatística dos dados de TR não revelou interação significativa ($P > 0,05$) do grupo genético em relação ao período do ano (Tab. 2).

Tabela II - Médias e desvios-padrão da temperatura retal (°C) de caprinos machos dos grupos Azul, Marota e Anglo-Nubiano nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI

Período do ano	Azul	Marota	Anglo-Nubiano	Média Geral
Chuvoso	38,93	38,83	39,04	38,94 ^a
Seco	38,50	38,45	38,37	38,44 ^b
Média Geral	38,72 ± 0,56 ^A	38,64 ± 0,50 ^A	38,70 ± 0,60 ^A	

^{a,b}Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, ou maiúsculas na linha, não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de SNK.

Os animais de ambos os grupos mantiveram sua TR dentro do intervalo considerado normal para a espécie, de 38,5 a 40,0°C (Baccari Júnior et al., 1996). Entre os grupos genéticos este parâmetro não apresentou diferença significativa ($P>0,05$), porém, comparando-se os períodos climáticos, observa-se que os animais apresentaram maior TR no período chuvoso ($P<0,05$), indicando uma maior dificuldade em perder calor em umidades mais altas. Esses resultados concordam com Martins et al. (2007) que avaliaram caprinos Boer e Anglo-Nubiano em Timon, Maranhão. Todavia, Rocha (2006) em Teresina, Piauí, não encontrou efeito de período do ano sobre TR de caprinos Saanen e Azul no horário da tarde.

Vários fatores são capazes de causar variações na temperatura corporal, entre os quais estão idade, sexo, estação do ano, período do dia, exercício e ingestão e digestão de alimentos (Baccari Júnior et al., 1996). A TR é considerada a medida que melhor representa a temperatura do núcleo corporal, além de ser bastante utilizada para verificar o grau de adaptabilidade dos animais, por ser considerada bom indicador de estresse calórico (Brown-Brandl et al., 2003).

A análise estatística dos dados de FR não revelou interação significativa ($P>0,05$) do grupo genético em relação ao período do ano (Tab. 3). A FR dos animais não foi influenciada ($P>0,05$) pelo grupo genético e pelo período do ano.

Silva et al. (2006b) avaliando reprodutores caprinos mestiços de Anglo-Nubiana com caprinos sem padrão racial definido, no Semiárido paraibano também não observaram influência do período do ano na FR.

Os valores encontrados neste experimento para a FR foram semelhantes àqueles encontrados por Medeiros et al. (1989), quando foi obtido 26,90 mov./min. para os caprinos da raça Anglo-Nubiana, e inferiores aos obtidos por Silva et al. (2006a), em que os caprinos das raças exóticas Boer, Anglo-Nubiana e Savana e naturalizada Moxotó apresentaram 34,60; 30,55; 42,85 e 34,65 mov./min., respectivamente, nas condições do Semiárido paraibano.

Tabela III - Médias e desvios-padrão da frequência respiratória (mov./min.) de caprinos machos dos grupos Azul, Marota e Anglo-Nubiano nos períodos chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI, em 2009

Período do ano	Azul	Marota	Anglo-Nubiano	Média Geral
Chuvoso	29,00	25,69	24,67	26,24 ± 11,33 ^a
Seco	27,83	34,07	23,80	28,62 ± 9,56 ^a
Média Geral	28,42 ± 13,90 ^A	29,83 ± 8,44 ^A	24,23 ± 8,53 ^A	

^aMédias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, ou maiúsculas na linha, não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de SNK.

A FR acima da considerada fisiológica para a espécie, de 12 a 25 mov./min. (Kolb, 1974), demonstra que, embora na ausência de estresse, a temperatura ambiente elevada interferiu, ativando o sistema termorregulatório, promovendo maior perda de calor, pela forma evaporativa através da respiração. Quando ocorre uma elevação acentuada da temperatura ambiente os mecanismos termorregulatórios são acionados aumentando 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 a hipertermia (Silva et al., 2006b).

Conclusões

Nas condições deste estudo, os índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) indicaram o ambiente climático do Semiárido como estressante.

Tanto no período chuvoso quanto seco, os diferentes grupos caprinos, embora tenham feito uso de pequeno aumento da frequência respiratória como forma de dissipação de calor, mantiveram a homeotermia sem muito esforço do sistema termorregulador, demonstrando estarem fisiologicamente bem adaptadas às condições climáticas do Semiárido.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, R.B.; GOMES, J.R.C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Castelo do Piauí.** Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

- AZEVÊDO, D.M.M.R. et al. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-duro às condições climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, n. 220, v. 57, p. 513-523, 2008.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais nos trópicos. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 11., 1986, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Fundação Cargill, 1986. p. 53-64.
- BACCARI JUNIOR, F. et al. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Naturalized goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v. 8, p. 9-14, 1996.
- BAÊTA, F. C. **Responses of lacting dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 218 f. Thesis (PhD) - University of Missouri, Missouri, 1985.
- BAÊTA, F. C. et al. Equivalent temperature index temperatures above the thermo neutral for lactating Dairy cows. **ASAE**, n. 874015. 21 p. 1997.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. de F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, v. 52, n. 1, p. 29-35, 1995.
- BIANCA, W.; KUNS, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and altitudes. **Livestock Production Science**, 5: 57-69, 1978.
- BROWN-BRANDL, T.M. et al. Comportamento de ovinos submetidos a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, p.231-242, 2003.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.3, p.614-620, 2004.
- GOMES, C.A.V. **Efeito do ambiente e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó**. 2006. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.
- GOMES, C.A.V. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.213–219, 2008
- IBGE. **Comentários: Produção da Pecuária Municipal**, v.36, 2008.
- HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: *Stress Physiology in Livestock* (M. K. Yousef, ed.), vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Zaragoza: Acríbia, 1974. p. 595 e 718.
- MARTINS JÚNIOR, L. M. et al. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-nubiana em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 1-7, 2007.
- McDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W.H. Freeman and company, 711p. 1972.

MEDEIROS, L. F. D. et al. Estimativa da tolerância de calor em caprinos e ovinos. **Arquivo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, v. 12, n. 1-2, p. 65- 72, 1989.

MORAIS, D.A.E.F. et al. Efeito da época do ano sobre características termorreguladoras de caprinos ovinos e bovinos em região Semi-Árida. III Congresso Nordestino de Produção Animal. **Anais...** SNPA, Campina Grande – PB, 2004.

MOTA, F. S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: UFPel, 2001. 104 p.

NEVES, L.M.W. et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009

ROCHA, R.R.C. **Termorregulação e Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil**. 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

SANTOS, F.C.B. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 142-149, jan./fev. 2005.

SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute. Cary, NC.

SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006a.

SILVA, G.A. et. al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 903-909, 2006b.

SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 275-280, 2008.

THOM, E.C. Cooling degrees: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. v. 55, p. 65-72, 1958.

3 CAPÍTULO II

Adaptabilidade de caprinos exóticos e especializados às condições climáticas do Semiárido Piauiense¹

[Adaptability of exotic and specialized goats to the climatic conditions of the Tropic Semi-Arid of Piauí]

J.B. *Moraes*², D.M.M.R. *Azevêdo*³, A.M. *Araújo*³, F.S. *Oliveira*⁴, A.P. *Último*⁴, J.E.G. *Campelo*⁴, M.J.O. *Almeida*³

¹Pesquisa financiada pelo Banco do Nordeste.

²Aluno de pós-graduação – CCA-UFPI – Teresina, Piauí, Brasil. Endereço: Bairro Parque Piauí, Quadra – 97, Casa – 26. Teresina, Piauí. CEP: 64025-360. E-mail: moraesjb@yahoo.com.br.

³Embrapa Meio-Norte – CPAMN – Teresina, PI

⁴Centro de Ciências Agrárias – UFPI - Teresina, PI

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a adaptabilidade climática de caprinos especializados (Anglo-Nubiana) e naturalizados (Azul e Marota) ao Semiárido piauiense por meio dos testes de Ibéria, Benezra e Baccari Júnior. Utilizou-se 14 machos, sendo quatro do grupo Azul, cinco do grupo Marota e cinco da raça Anglo-Nubiana. Foram realizadas três coletas de dados em dois períodos do ano (chuvoso e seco). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x2 (três grupos genéticos e dois períodos), aplicando-se o teste de SNK para comparação de médias. Dentre os três testes, o de Benezra foi o único que apresentou interação significativa ($P < 0,05$) entre grupo genético e período climático. O grupo Azul mostrou-se com maior capacidade de manter a temperatura corporal normal em relação à pelo menos um dos grupos estudados, de acordo com os testes de Ibéria e de Benezra. Com relação ao teste de Baccari Júnior, os grupos demonstraram alta capacidade de dissipação de calor. O período seco do Semiárido é menos estressante para caprinos.

Palavras-chave: bioclimatologia, tolerância ao calor, estresse térmico, testes de adaptabilidade

ABSTRACT

The objective with this research was to evaluate the climatic adaptability of specialized (Anglo-Nubiana) and naturalized (Azul e Marota) goats of the Semi-arid of Piauí based

33 on test of Ibéria, Benezra and Baccari Jr. Fourteen male animals were used, four of the
34 group Azul, five of the group Marota and five of the group Anglo-Nubiano. Three
35 collections were performed during the rainy and dry season. It was used the completely
36 randomized design in the factorial schemes 3 x 2 (3 groups x 2 periods). The Student-
37 Newman-Keuls test was used for mean comparison. Among the three tests, Benezra was
38 the only one of which showed significant interaction ($P < 0.05$) between genetic and
39 climatic period. The Azul group showed up with more capacity to maintain normal
40 body temperature in relation to at least one of the groups studied, according to the tests
41 of Iberia and Benezra. Regarding the test Baccari Junior, the groups showed a high
42 capacity for heat dissipation. The dry season of Semiarid is less stressful to goats.

43 Key Words: Anglo-Nubiana, Azul, bioclimatology, heat stress, Marota, heat tolerance

44 **INTRODUÇÃO**

45 Os caprinos são comumente associados a ambientes menos favoráveis, tendo
46 grande capacidade de adaptação às regiões de clima árido e semiárido. No Brasil,
47 especialmente na região Nordeste, a caprinocultura tem um papel de grande destaque
48 socioeconômico para as populações rurais de baixa renda, servindo como fonte de
49 proteína na alimentação humana, e também como fator de fixação do homem no campo.
50 A criação desses animais, predominantemente de forma extensiva, vem, no entanto,
51 apresentando ainda desempenho insatisfatório, implicando em baixa produtividade.

52 Um dos fatores que contribui para essa baixa produtividade é o estresse por
53 calor, ocasionado pela combinação de fatores ambientais sobre os animais, limitando a
54 expressão do potencial genético, principalmente em regiões tropicais (Dias et al., 2007;
55 Neves et al., 2009). Assim, conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação dos
56 diversos grupos genéticos permite inferir sobre os ecotipos ou raças mais adequados a
57 uma determinada condição específica de ambiente.

58 A adaptabilidade pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às
59 condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos, sendo o resultado
60 da ação conjunta de características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas
61 e comportamentais, no sentido de promover o bem-estar e favorecer a sobrevivência em
62 um ambiente específico (Baccari Júnior, 1986; Silva, 2000).

63 Com base nos parâmetros fisiológicos, principalmente temperatura retal e
64 frequência respiratória, foram desenvolvidos testes ou índices de adaptabilidade, dos
65 quais três têm se destacado na literatura especializada: teste de Ibéria, teste de Benezra e
66 teste de Baccari Júnior (Müller, 1982; Baccari Júnior, 1996; Silva, 2000; Souza et al.,
67 2008). Estes testes são considerados “medidas de adaptabilidade” por nos permitirem
68 verificar a capacidade do animal em manter sua homeotermia ou, no caso do teste de
69 Baccari Júnior, dissipar calor.

70 Objetivou-se com este trabalho avaliar a adaptabilidade de caprinos
71 naturalizados dos grupos Azul e Marota em comparação com a raça exótica Anglo-
72 Nubiana, às condições climáticas do município de Castelo do Piauí, Piauí, nos períodos
73 climáticos chuvoso e seco, mediante aplicação de testes de adaptabilidade e tolerância
74 ao calor.

75 MATERIAL E MÉTODOS

76 Neste experimento foram utilizados três diferentes testes: Ibéria ou Rhoad,
77 Benezra e Baccari Júnior, realizados no campo experimental da Embrapa Meio-Norte,
78 no município de Castelo do Piauí, PI, localizado a 05° 19' 20" de latitude Sul e a 41° 33'
79 09" de longitude Oeste, com uma altitude de 239 m acima do nível do mar. O
80 município, localizado no Território dos Carnaubais, classifica-se bioclimaticamente
81 como Semiárido, com clima tipo BSh, segundo classificação de Köppen, apresentando
82 temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, umidade relativa do ar em torno de 65 a
83 70%, índices pluviométrico de 1.000 a 1.200 mm anuais, apresentando estação seca e
84 chuvosa com duração de 8 e 4 meses, respectivamente (Andrade Júnior et al., 2004).

85 Para os testes foram utilizados 14 caprinos machos não castrados, com idade
86 média de 12 meses, sendo quatro animais do grupo Azul, cinco do grupo Marota e cinco
87 da raça Anglo-Nubiana.

88 No teste de Ibéria, os animais foram expostos ao sol durante 30 minutos, em dois
89 horários distintos (10 e 15 horas), em um dia com temperatura ambiente variando de
90 29,5 a 35°C, conforme recomendações para realização do teste (Müller, 1982). A
91 temperatura retal (TR) dos animais foi aferida três vezes no período chuvoso (maio) e
92 também três vezes no período seco (setembro/outubro), em dias consecutivos,
93 utilizando termômetro clínico digital introduzido diretamente no reto do animal a uma

94 profundidade de 5 cm, permanecendo até soar o sinal sonoro de estabilização da
95 temperatura, sendo o resultado da leitura expresso em graus centígrados (°C). O
96 coeficiente de tolerância ao calor (CTC) foi determinado pela fórmula: $CTC = 100 - [18$
97 $(TR - 39,1)]$, onde: 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em
98 39,1°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média final, e, 39,1°C = temperatura
99 retal média considerada normal para o caprino. O resultado é expresso como uma
100 porcentagem da eficiência máxima em manter a temperatura retal em 39,1°C, sendo que
101 quanto mais elevado o coeficiente, maior o grau de tolerância.

102 No teste de Benezra os animais foram mantidos à sombra, em um dia ensolarado
103 com temperatura ambiente variando de 29,5 a 35°C. Foram aferidas a TR, em °C, e a
104 frequência respiratória (FR) por meio da observação, a uma distância mínima de dois
105 metros, dos movimentos na região do flanco direito, contando-se o número de
106 movimentos durante 30 segundos, sendo o valor obtido multiplicado por dois, obtendo-
107 se assim, a FR em movimentos por minuto (mov./min). Estes parâmetros fisiológicos,
108 TR e FR, foram obtidos sempre no intervalo de 14 às 15 horas, uma vez por semana,
109 durante três semanas no período chuvoso e três no período seco. O coeficiente de
110 adaptabilidade (CA) foi obtido segundo a fórmula: $CA = TR/39,1 + FR/19$, onde: TR =
111 temperatura retal média observada, em °C; FR = frequência respiratória média
112 observada em, mov/min; 39,1 = temperatura retal considerada normal para caprinos e,
113 19 = frequência respiratória média normal para caprinos (Müller, 1982). Quanto mais
114 próximo do padrão 2 (obtidos quando os parâmetros fisiológicos não se alteram em
115 relação ao normal), mais adaptado estará o animal (ou grupo genético).

116 Para o cálculo do Índice de Tolerância ao Calor (ITC) proposto por Baccari Júnior
117 et al. (1986) os animais foram mantidos por duas horas à sombra, e após este período foi
118 verificada a temperatura retal 1 (TR1) às 13 horas. Em seguida, os mesmos animais
119 foram expostos à radiação solar direta durante uma hora e, então, reconduzidos à
120 sombra onde permaneceram por uma hora em repouso. Após este período foi mensurada
121 a temperatura retal 2 (TR2) às 15 horas. Este procedimento foi repetido por três dias
122 consecutivos e, mediante as médias obtidas para TR1 e TR2, foi calculado o ITC por
123 meio da fórmula: $ITC = 10 - (TR2 - TR1)$. Quanto maior o ITC mais tolerante é o
124 animal ao calor.

125 Paralelamente à realização dos testes, foram coletadas as seguintes variáveis
126 ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR) e temperatura do ponto
127 de orvalho (Tpo) por meio da estação meteorológica automática da Embrapa Meio-
128 Norte e temperatura de globo negro (TGN) pelo termômetro de globo negro instalado à
129 sombra a 50 cm do solo. Com esses dados calcularam-se o índice de temperatura e
130 umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), utilizando
131 as seguintes fórmulas:

132 $ITU = TA + 0,36Tpo + 41,5$, onde TA é a temperatura ambiente e Tpo, a
133 temperatura do ponto de orvalho, ambas em °C (Thom, 1958).

134 $ITGU = TGN + 0,36Tpo + 41,5$, onde (TGN) é a temperatura do globo negro em
135 °C (Buffington et al., 1981).

136 Para cada teste, o delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente
137 casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (3 grupos genéticos x 2 períodos), com quatro
138 repetições para o grupo Azul e cinco repetições para os grupos Marota e Anglo-
139 Nubiano. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o
140 procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2000) e os valores médios comparados
141 pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

142 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

143 Os valores médios das variáveis ambientais observados durante o período
144 experimental (Tab. 1) mostram que no período chuvoso não houve diferença ($P > 0,05$)
145 entre os horários do dia para nenhuma das variáveis ambientais. No período seco, com
146 exceção do ITGU que não se diferenciou estatisticamente ($P > 0,05$), houve diferença
147 para todas as outras variáveis ($P < 0,05$), sendo as maiores médias para a TA, TGN e ITU
148 observadas no horário da tarde (15:00), e para UR no horário da manhã (10:00).

149 Os valores de TA, encontrados em ambos os horários do dia e nos dois períodos
150 do ano, estão acima da zona de termoneutralidade (Tab. 1) para a espécie caprina, que
151 segundo Kolb (1984) é de 5 a 20°C. Porém, considerando-se a temperatura ambiente de
152 30°C como o limite superior da zona de termoneutralidade para caprinos (Baêta e
153 Souza, 1997), observa-se que apenas o horário da tarde do período seco encontra-se fora
154 da zona de conforto térmico. Enquanto a TA no período chuvoso foi menor que o
155 período seco em ambos os horários ($P < 0,05$), a UR apresentou comportamento inverso,

156 sendo maior no período chuvoso e menor no período seco nos dois horários avaliados
 157 ($P < 0,05$), resultados também observados por Azevêdo et al. (2008) avaliando bovinos
 158 da raça Pé-duro no Semiárido piauiense.

159 Tabela 1. Média das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA), umidade relativa
 160 do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura de umidade
 161 (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nos períodos chuvoso
 162 e seco, em diferentes horários do dia, durante o período experimental, no município de
 163 Castelo do Piauí, PI, em 2009

Variável	Chuvoso		Seco	
	10:00	15:00	10:00	15:00
TA	26,72 ± 0,66Ba	27,51 ± 2,75Ba	29,05 ± 1,06Ab	35,99 ± 0,92Aa
UR	78,83 ± 5,49Aa	77,67 ± 16,44Aa	51,83 ± 2,99Ba	27,00 ± 1,41Bb
TGN	29,58 ± 1,02Ba	29,25 ± 1,25Ba	34,00 ± 0,63Ab	36,33 ± 1,03Aa
ITU	76,32 ± 0,52Aa	77,18 ± 2,45Ba	76,97 ± 1,11Ab	82,41 ± 0,99Aa
ITGU	79,18 ± 0,92Ba	78,92 ± 0,99Ba	81,92 ± 0,58Aa	82,75 ± 1,11Aa

164 Médias seguidas por letras maiúsculas, distintas entre períodos na mesma linha e mesmo horário, diferem
 165 ($P < 0,05$) pelo teste de SNK. Médias seguidas por letras minúsculas, distintas dentro do período e horários
 166 diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

167 Observa-se que a TGN mostra comportamento semelhante ao da TA ao longo do
 168 dia. Segundo a equipe do Conforto Ambiental da UNICAMP, é considerada regular de
 169 27 a 34°C e acima de 35°C é considerada crítica (Mota, 2001). Assim, apenas no horário
 170 da tarde (15:00) a TGN apresentou-se fora da zona de conforto térmico.

171 Considerando-se os resultados obtidos para ITU superiores a 70, nos dois
 172 períodos do ano e em ambos horários do dia (Tab. 1), a condição climática média do
 173 local deste experimento pode ser considerada estressante (situação crítica ou de perigo)
 174 para animais de produção de modo geral (Hahn, 1985).

175 Os resultados obtidos para ITGU durante este experimento (Tab. 1) encontram-
 176 se todos acima da zona de conforto (situação de alerta ou de perigo) de acordo com o
 177 *National Weather Service – USA*, citado por Baêta (1985), que afirma que valores de
 178 ITGU até 74, definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84,
 179 situação perigosa, e acima de 84, emergência.

180 Silva et al. (2006b) ao trabalharem com caprinos mestiços de Anglo-Nubiana
 181 com SPRD no Semiárido paraibano encontraram valores de ITU e ITGU semelhantes
 182 aos encontrados neste trabalho.

183 Para o Teste de Ibéria, a análise de variância não apresentou interação
 184 significativa ($P>0,05$) entre grupo genético e período climático, contudo, houve efeito de
 185 grupo e período climático ($P<0,05$) para o mesmo teste (Tab. 2). Os resultados do CTC
 186 mostram que os grupos Azul e Marota não diferiram entre si ($P>0,05$) e foram superiores
 187 ($P<0,05$) à raça Anglo-Nubiana. O melhor desempenho dos caprinos naturalizados, neste
 188 teste, deve-se provavelmente ao fato destes animais terem passado por um processo de
 189 seleção natural, tendo como resultado um aumento da tolerância à exposição contínua a
 190 complexos climáticos estressantes, como é o Semiárido. Ao longo desse processo os
 191 animais adquiriram a habilidade de sobreviver e reproduzir no novo ambiente, menos
 192 favorável, ocorrendo para isso perdas sensíveis das suas funções produtivas.

193 Tabela 2. Média e desvio-padrão do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), segundo
 194 o Teste de Ibéria, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos chuvoso
 195 (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI, em 2009

Período do ano	Azul	Marota	Anglo-Nubiano	Média
Chuvoso	88,08±1,37	91,30±2,85	85,24±2,53	88,21±3,46 b
Seco	99,03±0,86	98,02±4,96	92,92±2,64	96,49±4,20 a
Média	93,55±5,95 A	94,66±5,20 A	89,08±1,88 B	

196 Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.

197 Médias na mesma coluna, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.

198 Resultados diferentes foram observados por Santos (2007) e Rocha et al. (2009).
 199 O primeiro autor, comparando animais Saanen e Marota, nos períodos seco e chuvoso,
 200 em Teresina, PI, constatou diferença significativa entre os grupos genéticos, apenas no
 201 período chuvoso, em que a raça Saanen apresentou maior CTC. Já os últimos autores,
 202 avaliando Saanen e Azul no mesmo local, verificaram que no período chuvoso os dois
 203 grupos genéticos comportaram-se de maneira similar, porém no período seco, a raça
 204 Saanen demonstrou maior tolerância à exposição ao sol. Deve-se levar em consideração
 205 que a avaliação nestes dois experimentos foi realizada com UR mais elevada, o que pode
 206 ter sido determinante para o desempenho dos animais.

207 Os animais apresentaram maior tolerância ao calor no período seco ($P<0,05$).
 208 Isso demonstra que, embora a TA tenha se mostrado mais elevada neste período, a
 209 menor UR permitiu que os animais perdessem calor por evaporação e,
 210 conseqüentemente, controlassem melhor sua temperatura.

211 Em relação ao CA do teste de Benezra, a análise de variância apresentou
 212 interação significativa ($P<0,05$) entre grupo genético e período climático (Tab. 3).
 213 Observa-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre grupos no período
 214 chuvoso, porém no período seco, os grupos Azul e Anglo-Nubiano não diferiram entre
 215 si ($P>0,05$) e mostraram-se mais adaptados ($P<0,05$) que o grupo Marota, uma vez que
 216 seus coeficientes apresentaram-se mais próximos do padrão 2, demonstrando menor
 217 alteração dos seus parâmetros fisiológicos. Assim, os grupos Azul e Anglo-Nubiano
 218 apresentaram uma maior capacidade de manter a temperatura corporal dentro da faixa
 219 de normalidade, no período de maior TA e em horário de temperatura alta, à sombra.
 220 Por outro lado, o grupo Marota foi o único a sofrer o efeito do período climático,
 221 apresentando maior dificuldade em manter sua homeotermia no período seco.

222 Tabela 3. Média e desvio-padrão do Coeficiente de Adaptabilidade (CA), segundo o
 223 Teste de Benezra, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos chuvoso
 224 (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI

Período do ano	Azul	Marota	Anglo-Nubiano
Chuvoso	2,52±0,29 Aa	2,35±0,19 Ab	2,30±0,26 Aa
Seco	2,37±0,28 Ba	2,78±0,25 Aa	2,23±0,13 Ba
Média	2,45±0,28 AB	2,56±0,31 A	2,27±0,20 B

225 Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.

226 Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas distintas diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.

227 Rocha et al. (2009), em Teresina, PI, verificaram maior adaptabilidade do
 228 ecotipo Azul em relação a raça Anglo-Nubiana. Em condições climáticas semelhantes,
 229 Martins Júnior et al. (2007b) verificaram maior adaptabilidade da raça Anglo-Nubiana

230 no período chuvoso e da Boer no período seco, indicando maior tolerância dos animais
231 Boer a temperaturas mais elevadas, quando associadas a umidades mais baixas.

232 Quanto ao ITC, a análise de variância não revelou interação significativa
233 ($P>0,05$) entre grupo genético e período climático e diferença significativa ($P>0,05$)
234 entre os grupos genéticos, todavia, revelou efeito de período climático ($P<0,05$), sendo
235 que os animais em geral mostraram maior capacidade de dissipar calor no período seco
236 (Tab. 4), devido à menor UR nessa época, permitindo que os animais perdessem calor
237 por evaporação.

238 Tabela 4. Média e desvio-padrão do Índice de Tolerância ao Calor (ITC), segundo o
239 Teste de Baccari Júnior, para caprinos Azul, Marota e Anglo-Nubiano, nos períodos
240 chuvoso (maio) e seco (setembro e outubro), no município de Castelo do Piauí, PI

Período do ano	Azul	Marota	Anglo-Nubiano	Média
Chuvoso	8,82±0,33	8,91±0,26	8,73±0,19	8,82±0,29 a
Seco	9,88±0,07	9,76±0,16	9,70±0,31	9,78±0,47 b
Média	9,21±0,61 A	9,33±0,49 A	9,35±0,57 A	

241 Médias na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.
242 Médias na mesma coluna, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem ($P<0,05$) pelo teste de SNK.

243 Esses resultados concordam com Santos et al. (2005), que trabalhando com
244 machos caprinos de raças exóticas e naturalizadas em confinamento no Semiárido,
245 descreveram um alto grau de adaptabilidade para as raças exóticas, Boer e Anglo-
246 Nubiana, assemelhando-se à raça naturalizada Moxotó, o que segundo os autores se
247 deve à origem destas raças exóticas, já que são de países de clima quente,
248 assemelhando-se ao clima do Semiárido. Resultado semelhante foi encontrado por Silva
249 et al. (2006a), trabalhando com caprinos fêmeas de raças exóticas (Boer, Savana e
250 Anglo-Nubiana) e naturalizada (Moxotó) em regime semi-intensivo no Semiárido
251 paraibano.

252 CONCLUSÕES

253 Nas condições deste estudo conclui-se que, o ambiente climático do Semiárido é
254 estressante para caprinos, apresentando valores para índice de temperatura e umidade
255 (ITU) e temperatura de globo negro e umidade (ITGU) acima dos recomendados como
256 não estressantes.

257 De acordo com os testes de Ibéria e Benezra, que avaliam a capacidade de
258 manter a temperatura corporal normal, o grupo Azul é superior em relação à pelo menos
259 um dos outros grupos testados, Anglo-Nubiano ou Marota.

260 Os animais dos diferentes grupos estudados, quando submetidos ao teste de
261 Baccari Júnior, apresentaram o mesmo grau de tolerância ao calor, demonstrando alta
262 capacidade de dissipação de calor.

263 No período seco do Semiárido piauiense, os caprinos apresentam maior
264 capacidade de dissipar calor e manter sua temperatura corporal dentro da normalidade.

265 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

266 Andrade Júnior, A.S., E.A. Bastos, A.H.C. Barros, C.O. Silva e A.A.N. Gomes. 2004.
267 Classificação climática do Estado do Piauí. Embrapa Meio-Norte. Teresina. (Série
268 Documentos, 86). 86 p.

269 AZEVÊDO, D.M.M.R. et al. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-duro às condições
270 climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 220, p.
271 513-523, 2008.

272 BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais
273 nos trópicos. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 11., 1986, Pirassununga. **Anais...**
274 Pirassununga: Fundação Cargill, 1986. p. 53-64.

275 BACCARI JUNIOR, F. et al. Milk production, serum concentrations of thyroxine and
276 some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista**
277 **Veterinária Zootécnica**, v. 8, p. 9-14, 1996.

278 BAÊTA, F.C. **Responses of lacting dairy cows to the combined affects of**
279 **temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 218 f. Thesis
280 (PhD) - University of Missouri, Missouri, 1985.

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

- 283 BUFFINGTON, D.E. et al. Black Globe-Humidity index (BGHI) as confort equation
284 for dairy cows. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.
285 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- 286 DIAS, L.T. et al. Análise comparativa de características da pele e pelame relacionadas à
287 adaptação ao calor em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
288 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ,
289 2007. CD ROM.
- 290 HAHN, G.L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In:
291 Stress Physiology in Livestock (M. K. Yousef, ed.), vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press,
292 1985.
- 293 MARTINS JÚNIOR, L.M. et al. Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana às
294 condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, n.214,
295 v.56, p.103-113, 2007b.
- 296 MOTA, F.S. **Climatologia zootecnica**. Pelotas: UFPel, 2001. 104 p.
- 297 MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2^a ed. Porto
298 Alegre: Sulina, 1982. 176 p.
- 299 NEVES, L.M.W. et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da
300 raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta**
301 **Scientiarum. Animal Sciences**. v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009
- 302 ROCHA, R.R.C. et al. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-
303 Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v. 61, n.
304 5, p.1165-1172, 2009.
- 305 SANTOS, F.C.B. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima
306 semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 142-149,
307 2005.

- 308 SANTOS, F.S.M. **Adaptabilidade do tipo racial Marota e Saanen na sub-região**
309 **Meio-Norte do Brasil**. Teresina: 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)
310 – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.
- 311 SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute. Cary, NC.
- 312 SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- 313 SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no
314 semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006a.
- 315 SILVA, G.A. et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros
316 fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de**
317 **Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n.4, p.903-909, 2006b.
- 318 SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos
319 de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32,
320 n. 1, p. 275-280, 2008.
- 321 THOM, E.C. Cooling degrees: day air conditioning, heating, and ventilating.
322 **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. v. 55, p. 65-72,
323 1958.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições deste estudo conclui-se que, o ambiente climático do Semiárido é estressante para caprinos, apresentando valores para índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura de globo negro e umidade (ITGU) acima dos recomendados como não estressantes.

Tanto no período chuvoso quanto seco, os diferentes grupos caprinos, embora tenham feito uso de pequeno aumento da frequência respiratória como forma de dissipação de calor, mantiveram a homeotermia sem muito esforço do sistema termorregulador, demonstrando estarem fisiologicamente bem adaptadas às condições climáticas do Semiárido.

De acordo com os testes de Ibéria e Benezra, que avaliam a capacidade de manter a temperatura corporal normal, o grupo Azul é superior em relação à pelo menos um dos outros grupos testados, Anglo-Nubiano ou Marota.

Os animais dos diferentes grupos estudados, quando submetidos ao teste de Baccari Júnior, apresentaram o mesmo grau de tolerância ao calor, demonstrando alta capacidade de dissipação de calor.

No período seco do Semiárido piauiense, os caprinos apresentaram maior capacidade de dissipar calor e manter sua temperatura corporal dentro da normalidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- AGUIAR, R.B.; GOMES, J.R.C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Castelo do Piauí.** Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- AZEVÊDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A.; FEITOSA, F.S. et al. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-duro às condições climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, n. 220, v. 57, p. 513-523, 2008.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais nos trópicos. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 11., 1986, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Fundação Cargill, 1986. p. 53-64.
- BACCARI JUNIOR, F. et al. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v. 8, p. 9-14, 1996.
- BAÊTA, F. C. **Responses of lacting dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** 1985. 218 f. Thesis (PhD) - University of Missouri, Missouri, 1985.
- BAÊTA, F. C. et al. Equivalent temperature index temperatures above the thermo neutral for lactating dairy cows. **ASAE**, n. 874015. 21 p. 1997.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. de F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, v. 52, n. 1, p. 29-35, 1995.

BIANCA, W.; KUNS, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and altitudes. **Livestock. Production. Science**, 5: 57-69, 1978.

BIANCHINI, L. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1443-1448, 2006.

BROWN-BRANDL, T.M.et al. Comportamento de ovinos submetidos a três níveis de temperatura ambiente. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, p.231-242, 2003.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.;CANTON, G. H.; PITT, D. Black Globe-Humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

DEVENDRA, C. Potential, productivity from small ruminants and contribution to improved livelihoods and rural growth in developing countries. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 246-269.

DIAS, L.T. et al. Análise comparativa de características da pele e pelame relacionadas à adaptação ao calor em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD ROM.

FAO. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 27 de novembro, 2009.

GOMES, C.A.V. **Efeito do ambiente e de níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó**. 2006. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

GOMES, C.A.V. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.213–219, 2008.

HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: *Stress Physiology in Livestock* (M. K. Yousef, ed.), vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985.

IBGE. **Comentários: Produção da Pecuária Municipal**, v.36, 2008.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Zaragoza: Acríbia, 1974. p. 595 e 718.

MAGALHÃES, J.A. et al. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. 1 CD.

MARTINS JÚNIOR, L. M. et al. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-nubiana em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.2, p.01-07, abril/junho 2007a.

MARTINS JÚNIOR, L. M. et al. Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana às condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, n.214, v.56, p.103-113, 2007b.

McDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: W.H. Freeman and company, 711p. 1972.

MEDEIROS, L. F. D. et al.. Estimativa da tolerância de calor em caprinos e ovinos. **Arquivo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v. 12, n. 1-2, p. 65- 72, 1989.

MEDEIROS, L.F.D. et al. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p.199-202, 2001.

MORAIS, D.A.E.F. et al. Efeito da época do ano sobre características termorreguladoras de caprinos ovinos e bovinos em região Semi-Árida. III Congresso Nordestino de Produção Animal. **Anais...SNPA**, Campina Grande – PB, 2004.

MOTA, F. S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: UFPel, 2001. 104 p.

MÜLLER, P.B. 1982. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2ª ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 176 p.

NÃÃS, I. A. Tipologia de instalações em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FALC, 1998.

NEIVA, J.N.M.et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

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

ROCHA, R.R.C. **Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil**. 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

ROCHA, R.R.C. et al. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F.C.B. dos et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 142-149, 2005.

SANTOS, F.S.M. **Adaptabilidade do tipo racial Marota e Saanen na sub-região Meio-Norte do Brasil**. Teresina: 2007. 792f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

SANTOS, R. **A cabra e a ovelha no Brasil**. Editora Agropecuária Tropical. Uberaba. MG. 2003. 650p

SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute. Cary, NC.

SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, 2006a.

SILVA, E.M.N. **Avaliação de características de adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção em Pequenos Ruminantes) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006b.

SILVA, G.A.; Souza, B.B. et. al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n.4, p.903-909, 2006b.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SOUZA, E.D. **Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos às condições do semi-árido nordestino.** 2003. 83 f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba – Areia, PB.

SOUZA, E.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 177-184, 2005.

SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 275-280, 2008.

THOM, E.C. Cooling degrees: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. v. 55, p. 65-72, 1958.

VILLARES, J.B. **Estudo do comportamento e desempenho de bovinos Chianina e seus mestiços em região tropical brasileira.** Botucatu, 1972. 437p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, São Paulo.