

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TESE

*Avaliação de Características de Adaptabilidade de
Caprinos na Baixada Fluminense, Estado do Rio de
Janeiro*

Luís Fernando Dias Medeiros

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE ADAPTABILIDADE
DE CAPRINOS EXÓTICOS NA BAIXADA FLUMINENSE, ESTADO DO
RIO DE JANEIRO**

LUÍS FERNANDO DIAS MEDEIROS

Sob a Orientação do Professor

Victor Cruz Rodrigues

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Agosto de 2013

RESUMO GERAL

MEDEIROS, Luís Fernando Dias. **Avaliação de características de adaptabilidade de caprinos exóticos na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro**. 2013. 151p. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Objetivou-se neste estudo avaliar os parâmetros fisiológicos (temperatura retal - TR, superficial - TS, frequência respiratória - FR e cardíaca - FC), o gradiente térmico (gradiente entre a temperatura retal e a temperatura superficial e do gradiente entre a temperatura superficial e a temperatura ambiente) e os testes de tolerância ao calor de Rhoad ou de Ibéria, Benezra, Dowling quantificado pela fórmula de termorregulação de Ittner e Kelly, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e de Baccari Júnior, em caprinos de raças exóticas do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer) e das raças do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina), além dos mestiços oriundos dessas raças exóticas, criados em regime semi-intensivo. Todos os ensaios foram realizados sob as condições de clima tropical úmido, região Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Em um dos ensaios, foi avaliado o crescimento e a taxa de mortalidade de cabritos mestiços de diferentes combinações genéticas. A diferença entre as médias da TR, TS, FR e FC entre as raças do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina) em comparação as do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer) notadamente no período da tarde, evidenciam que existem diferenças genéticas nas reações fisiológicas nos caprinos, durante a época quente e chuvosa, nos trópicos. As raças europeias revelaram no presente estudo, mais sensíveis ao estresse térmico. No estudo do gradiente térmico, os animais das raças Anglo-nubiana e Boer mostraram-se mais adaptados em comparação aos das raças Saanen e Parda Alpina menos adaptados, nas condições experimentais. No presente estudo, os caprinos do tronco europeu mostraram-se inferiores aos caprinos do tronco africano, quando foram submetidos aos testes de tolerância ao calor de Rhoad ou Prova de Ibéria, Benezra, Dowling, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior. A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu e do tronco africano, mediante as referidas provas de adaptabilidade, evidencia que deve haver diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais. Nas condições da região Metropolitana do Rio de Janeiro, os animais podem sofrer situações críticas para o seu desenvolvimento. A incidência da radiação solar indireta e principalmente a direta, tanto pela manhã como no período da tarde, afetaram menos os caprinos das raças do tronco africano ou os mestiços com maior percentual de genes africanos do que os das raças do tronco europeu puros e os de alta mestiçagem, com maior percentual de genes europeus, que se revelaram no presente estudo mais sensíveis ao estresse térmico. A utilização das raças Anglo-nubiana e Boer em ensaio direto com o objetivo de incrementar a produtividade caprina no clima quente e úmido pode ser uma alternativa valiosa na região Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense.

Palavras chave: Clima tropical úmido, gradiente térmico, parâmetros fisiológicos, testes de tolerância ao calor

GENERAL ABSTRACT

MEDEIROS, Luís Fernando Dias. **Evaluation of adaptability characteristic of exotic goats in the Baixada Fluminense, Rio de Janeiro State.** 2013. 151p. Tese (Doctor Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

One aimed with this work evaluate the physiologic parameters (rectal temperature - RT, superficial - ST, respiratory frequency - RF and cardiac frequency - CF), thermal gradient (gradient between rectal temperature and the superficial temperature and the gradient between superficial temperature and air temperature) and the heat tolerance rate of Rhoad, Benezra, Dowling quantify by formula of Ittner & Kelly, Rauschenbach & Yerokhin, Amakiri & Funcho and Baccari Júnior, of exotic breeds of goats from African origin (Anglo-nubian and Boer) and european goats (Saanen and Alpine), beyond their cross breed, in semi-intensive system. All the experiments were accomplished by humid tropical climate, Metropolitan region of Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Rio de Janeiro State. It was evaluate the growth and mortality rate of cross breed goats of different genetic combination. The mean difference between RT, ST, RF and CF between the European goats in comparison to the African goats, in afternoon period, showed there were genetics differences in the physiologic reaction in goats, during the hot and rainy season, in tropics. The European breeds showed more sensitive to thermal stress. In the thermal gradient study, Anglo-nubian and Boer goats showed more adapted than the Saanen and Alpine goats. The European goats showed lower in rank than the African goats, when submitted to the heat tolerance test of Rhoad, Benezra, Dowling, Rauschenbach & Yerokhin, Amakiri & Funcho and Baccari Júnior. The difference in the physiologic reaction between the European and African goats, meantime the adaptability tests, showed there were genetic differences in the anatomophysiologic feature that affect the termorregulation of the animals. In the Metropolitan region of Rio de Janeiro, the animal can be suffer critical situation for their development. The incidence of sun radiation, by morning and afternoon period, affected less the African goats or their cross breed than the European goats and their cross breed, with more European genes, that showed more sensitive to the thermal stress. The application of the Anglo-nubian and Boer breeds with goal to increase the production in the hot and humid climate can be an alternative for the Metropolitan region of Rio de Janeiro, Baixada Fluminense.

Key words: Heat tolerance tests, humidity tropical region, physiology parameters, thermal gradient

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Tabela 1. | Estimativa das temperaturas médias anuais (°C) e de meses selecionados, segundo a altitude (m) do Estado do Rio de Janeiro..... | 5 |
| Tabela 2. | Médias de temperatura ambiente (TA), temperatura máxima (TA _{max}), temperatura mínima (TA _{min}), umidade relativa (UR) e precipitação pluviométrica (PP) no período de 1980 a 2010..... | 5 |
| Tabela 3. | Composição da ração em termos de participação percentual dos ingredientes..... | 73 |
| Tabela 4. | Pesos de cabritos ao nascimento, a desmama aos 84 dias e ao abate aos 168 dias de idade..... | 76 |
| Tabela 5. | Ganho de peso médio diário de cabritos até a desmama aos 84 dias e pós-desmama até 168 dias de idade..... | 76 |
| Tabela 6. | Taxa de mortalidade de cabritos até a desmama aos 84 dias e no pós-desmama até 168 dias de idade..... | 80 |
| Tabela 7. | Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de cabritos mestiços no Estado do Rio de Janeiro..... | 82 |
| Tabela 8. | Coefficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas e as ambientais, em caprinos mestiços..... | 84 |
| Tabela 9. | Estimativa da tolerância ao calor em caprinos pelo teste de Rauschenbach e Yerokhin..... | 85 |
| Tabela 10. | Média da temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) e dos índices de conforto térmico e ambiência, Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), nos dias de coletas dos dados da TR, TS, FR e FC..... | 100 |
| Tabela 11. | Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de caprinos no município do Rio de Janeiro..... | 101 |
| Tabela 12. | Médias da temperatura superficial (°C) de diferentes regiões do corpo de caprinos: temperatura da frente (TF), temperatura do pescoço (TP), temperatura do lombo (TL), temperatura do costado (TC), temperatura do ventre (TV) e temperatura da canela (TCN), no período da manhã e tarde. | 103 |
| Tabela 13. | Média dos gradientes entre a temperatura retal e superficial (TR-TS) e do gradiente entre a temperatura superficial e do ambiente (TS-TA) em função das raças e dos turnos..... | 104 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabela 14. | Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas (TR, TS, FR e FC) e as ambientais (TA e UR), em caprinos de diferentes raças..... | 105 |
| Tabela 15. | Médias e erro-padrão da temperatura retal um (TR1) e da temperatura retal dois (TR2) e do Índice de Tolerância ao Calor (ITC) de Baccari Júnior, em caprinos..... | 106 |
| Tabela 16. | Médias da temperatura ambiente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica observada durante os períodos experimentais..... | 119 |
| Tabela 17. | Médias da temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN) e umidade relativa do ar (UR), às 9:00 e às 15:00 horas, nos períodos experimentais..... | 119 |
| Tabela 18. | Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de cabras, segundo os tratamentos experimentais..... | 120 |
| Tabela 19. | Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), segundo as raças..... | 120 |
| Tabela 20. | Médias da temperatura do globo negro (TGN) e do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo os tratamentos experimentais..... | 121 |
| Tabela 21. | Médias e erro padrão da temperatura retal (TR) e o teste de coeficiente de tolerância ao calor de Amakiri e Funcho..... | 123 |
| Tabela 22. | Média da temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) e dos índices de conforto térmico e ambiência, temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), no período em que os animais foram submetidos aos testes de tolerância ao calor (Teste de Rhoad, Benezra, Dowling, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior) no turno da manhã (07 às 12) e à tarde (12 às 17 horas)..... | 136 |
| Tabela 23. | Médias e erro-padrão das temperaturas retais (TR1 e TR2) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Rhoad em caprinos..... | 137 |
| Tabela 24. | Médias e erro-padrão da temperatura retal, TR1 (10 horas) e TR2 (15 horas), frequência respiratória, FR1 (10 horas) e FR2 (15 horas) de caprinos e o coeficiente de adaptabilidade (CA) pelo teste de Benezra..... | 137 |
| Tabela 25. | Médias e erro-padrão da temperatura retal, TR1 (10 horas) e TR2 (15 horas), frequência respiratória, FR1 (10 horas) e FR2 (15 horas) e frequência cardíaca, FC1 (10 horas) e FC2 (15 horas) em caprinos e o índice de tolerância ao calor pelo teste de Benezra modificado (novo coeficiente comparado ao valor 3)..... | 139 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabela 26. | Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) em caprinos no momento do teste de Dowling..... | 140 |
| Tabela 27. | Médias e erro-padrão da frequência respiratória (FR) em caprinos no momento do teste de Dowling..... | 141 |
| Tabela 28. | Médias e erro-padrão da frequência cardíaca em caprinos no momento do teste de Dowling..... | 142 |
| Tabela 29. | Estimativa da tolerância ao calor em caprinos pelo índice de termorregulação de Ittner e Kelly..... | 143 |
| Tabela 30. | Médias e erro-padrão das temperaturas retais (TR1 e TR2) e o teste de Rauschenbach e Yerokhin em caprinos..... | 144 |
| Tabela 31. | Médias e erro padrão das temperaturas retais (TR) e o coeficiente de tolerância ao calor de Amakari e Funcho em caprinos..... | 145 |
| Tabela 32. | Médias e erro-padrão das temperaturas retais e o índice de tolerância ao calor pela prova de Baccari Júnior..... | 145 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Médias de precipitação pluviométrica (mm) no período de 1980 a 2010..... | 6 |
| Figura 2. Respostas básicas da termorregulação em relação à temperatura ambiente crítica inferior (TCI) e superior (TCS). ZM, ZN, e ZE são zonas de temperatura com diferentes tipos de regulação (regulação metabólica, não-evaporativa e evaporativa, respectivamente)..... | 12 |
| Figura 3. Zona de termoneutralidade e ótimo para saúde e produção de caprinos de raças leiteiras especializadas..... | 15 |
| Figura 4. Esquema simplificado do controle térmico por retroalimentação..... | 18 |
| Figura 5. Variação da temperatura retal (TR) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alpina e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a TR tornou-se igual (NS) à TR inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva..... | 140 |
| Figura 6. Variação da frequência respiratória (FR) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alpina e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a FR tornou-se igual (NS) à FR inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva..... | 142 |
| Figura 7. Variação da frequência cardíaca (FC) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alemã e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a FC tornou-se igual (NS) à FC inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva..... | 143 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA GERAL | 3 |
| 2.1 | Fisiografia do Estado do Rio de Janeiro | 3 |
| 2.2 | Rebanho Caprino no Estado do Rio de Janeiro | 6 |
| 2.3 | Considerações sobre Adaptação e Fisiologia da Termorregulação | 7 |
| 2.4 | Caracterização das Raças Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer ... | 21 |
| 2.5 | Considerações sobre o Desempenho de Caprinos nos Trópicos | 22 |
| 2.6 | Influência do Clima sobre a Temperatura Corporal/Retal, Frequência Respiratória, Frequência Cardíaca, Temperatura Superficial e da Pele | 28 |
| 2.7 | Influência do Clima sobre a Estrutura Geral da Pele e Taxa de Sudação | 33 |
| 2.8 | Índices de Adaptação e de Conforto Térmico | 37 |
| 3 | REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA GERAL | 44 |
| | | |
| | CAPÍTULO I – DESEMPENHO E TOLERÂNCIA AO CALOR DE CABRITOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS NA REGIÃO DA BAIXADA FLUMINENSE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO | 67 |
| | Resumo..... | 68 |
| | Abstract..... | 69 |
| 1 | Introdução | 70 |
| 2 | Material e Métodos | 72 |
| 3 | Resultados e Discussão | 76 |
| 4 | Conclusões | 87 |
| 5 | Referências Bibliográficas | 88 |
| | | |
| | CAPÍTULO II - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, GRADIENTE TÉRMICO E ÍNDICE DE TOLERÂNCIA AO CALOR EM DIFERENTES RAÇAS DE CAPRINOS | 92 |
| | Resumo..... | 93 |
| | Abstract..... | 94 |
| 1 | Introdução | 95 |
| 2 | Material e Métodos | 97 |
| 3 | Resultados e Discussão | 100 |
| 4 | Conclusões | 108 |
| 5 | Referências Bibliográficas | 109 |
| | | |
| | CAPÍTULO III - REAÇÕES FISIOLÓGICAS DE CABRAS EM DIFERENTES AMBIENTES E COEFICIENTE DE TOLERÂNCIA AO CALOR EM CABRITOS | 111 |
| | Resumo..... | 112 |
| | Abstract..... | 113 |
| 1 | Introdução | 114 |
| 2 | Material e Métodos | 116 |
| 3 | Resultados e Discussão | 119 |
| 4 | Conclusões | 124 |

| | | |
|---|--|-----|
| 5 | Referências Bibliográficas | 125 |
| | CAPÍTULO IV - TOLERÂNCIA AO CALOR EM CAPRINOS CRIADOS EM REGIÃO TROPICAL QUENTE E ÚMIDA | 127 |
| | Resumo..... | 128 |
| | Abstract..... | 129 |
| 1 | Introdução | 130 |
| 2 | Material e Métodos | 132 |
| 3 | Resultados e Discussão | 136 |
| 4 | Conclusões | 147 |
| 5 | Referências Bibliográficas | 148 |
| 4 | CONCLUSÃO GERAL | 151 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a caprinocultura tem apresentado substancial crescimento de interesse nos contextos social e do agronegócio. Contudo, sua expansão sustentável e consolidação enquanto atividade pecuária rentável depende de arranjos e estudos regionalizados que se consideram os diferentes biomas, bem como, as raças mais indicadas para este ou aquele sistema de produção. Apesar aquisição de reprodutores, matrizes, sêmen e embriões, denominados elite, há poucos indicativos zootécnicos que garantam que o referido material genético reflita efetivamente em aumento de produtividade. Assim, enfatiza-se insistentemente o fator raça, ignorando quase que por completo o ambiente, especialmente o clima e o sistema de manejo, o que pode, a médio e longo prazo, representar um grande risco para a atividade.

Adaptação, em pecuária, é um termo utilizado para descrever a habilidade de um determinado genótipo em ajustar-se às condições do ambiente, com o menor comprometimento das características produtivas. A adaptação de uma espécie animal a um dado ambiente está relacionada com mudanças estruturais, funcionais ou comportamentais observadas nos indivíduos desta espécie, objetivando a sobrevivência, reprodução e produção neste determinado ambiente.

Numa região intertropical (entre os paralelos de 23,5° latitude norte, Trópico de Câncer, e latitude sul, Trópico de Capricórnio) a temperatura do ar encontra-se freqüentemente próxima da corporal ou a excede; além disso, a temperatura radiante média do ambiente tende a ser muito mais elevada que a atmosférica; conseqüentemente, a termólise por convecção e radiação é dificultada ou inibida. Em adição, se a região for também úmida, a perda de calor por evaporação será prejudicada, de modo que o estresse proporcionado sobre os animais pode ser muito elevado.

Os avanços na área de bioclimatologia animal vêm propiciando desenvolvimento significativo no entendimento dos efeitos climáticos sobre os animais, influenciando diretamente a produção. A melhor compreensão das interações entre o ambiente e os animais refletidas no seu comportamento e bem-estar propicia a definição de estratégias para minimizar os efeitos do clima sobre os animais.

O tipo de animal adequado para os trópicos deveria possuir, entre outras características, habilidade para conservar a produção de calor permitindo que os processos produtivos ocorressem em um nível normal, mesmo quando a temperatura do ar é alta. A adaptabilidade é, em parte, um fator geneticamente controlado através da herança de vários atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação (termogênese ou a termólise). É importante a seleção genética de animais que tenham eficientes mecanismos de dissipação de calor, para o desenvolvimento de tipos mais adaptados aos trópicos, mediante ajustamento que compatibilizem comportamento e desempenho nos trópicos.

Animais manejados em condição de conforto térmico apresentam maior bem-estar, têm uma relação harmoniosa com o ambiente e são capazes de otimizar suas condições fisiológicas e assim apresentar um índice produtivo mais elevado do que aqueles que não estão em conforto. Portanto, para o estabelecimento de um sistema de criação economicamente viável para uma determinada região é necessário o conhecimento das condições ambientais, da zona de conforto térmico animal e das características étnicas que influenciam no bem-estar. Com essas informações é possível a elaboração de um zoneamento bioclimatológico, que se constitui na escolha de espécies ou raças que são adaptadas às condições ambientais locais, de modo que os animais estejam na maior parte do tempo em conforto térmico.

A literatura ressalva a importância do conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação das diversas raças de animais zootécnicos, como forma de embasamento técnico à

exploração desses animais, bem como das propostas de introdução de raças em uma nova região (aclimação direta) e programas de cruzamento (aclimação indireta), visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente.

De maneira geral, os pesquisadores preocupam-se com a identificação de raças ou estirpes que demonstram modificação mínima no equilíbrio térmico do organismo quando sob estresse, e a identificação de atributos fisiológicos e anatômicos associados com a promoção da perda de calor. Supõe-se a existência de uma correlação altamente positiva entre as modificações mínimas no equilíbrio térmico e o rendimento em climas quentes.

É a mudança na função biológica que ocorre durante o estresse que determina o custo biológico para o animal. Um agente estressor não é um risco para o bem-estar só porque evoca um comportamento para o animal. Um agente estressor somente causa perigo ao bem-estar quando retira recursos biológicos do animal que o colocam em perigo de desenvolvimento de patologias. Contudo, a doença não é o único estado patológico viável. O animal estará em condições de risco se perder sua habilidade de manter suas funções normais, por exemplo, a capacidade de crescimento e reprodução.

Há um consenso de que o estresse térmico intenso e prolongado (estresse crônico), como a associação entre elevadas temperaturas, alta umidade do ar e radiação, podem ser medidos por alterações comportamentais, sinais fisiológicos, sintomas clínicos, parâmetros bioquímicos e lesões/achados patológicos.

A fim de incrementar a produção de leite de cabra no Brasil, tem sido feita a introdução de raças especializadas de origem européia, particularmente Saanen, Alpinas (Parda Alpina e a Alemã) e Toggenburg. Todavia, os animais originários de regiões temperadas dependem da alteração do fotoperíodo (cuja variação é maior nas regiões temperadas e praticamente nula, próxima à zona do equador, região de baixas latitudes), o que afeta consideravelmente o desempenho reprodutivo e, conseqüentemente, a produção leiteira. Sendo a Europa uma região caracterizada como clima temperado, as condições climáticas favorecem o equilíbrio térmico dos animais, pois o calor corporal pode ser mais facilmente dissipado em razão da temperatura ambiente inferior à temperatura interna do animal. Já no Brasil um país tropical, esses animais passam a enfrentar uma situação para a qual não se acham geneticamente preparados, e os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nas reações fisiológicas.

Na região Sudeste e demais núcleos de caprinos do país, as raças do tronco europeu e africano estão sendo difundidas, sendo ainda restritos os estudos conduzidos com o objetivo de se conhecer o seu comportamento e conseqüentemente suas potencialidades. Em razão disso, há poucas informações sobre a produtividade dessas raças, em termos de região Sudeste, particularmente no Estado do Rio de Janeiro.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca), o gradiente térmico (gradiente entre a temperatura retal e a temperatura superficial e do gradiente entre a temperatura superficial e a temperatura ambiente), os testes de tolerância ao calor de Rhoad ou prova de Ibéria, Benezra, Dowling, quantificado pela fórmula de tremorregulação de Ittner e Kelly, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e o de Baccari Júnior, em caprinos de raças exóticas do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer) e do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina), assim como os mestiços dessas raças exóticas. Em um dos ensaios (capítulos), foi avaliado o crescimento e a taxa de mortalidade de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos, na região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1 Fisiografia do Estado do Rio de Janeiro

A região Sudeste do Brasil se configura como uma das mais diversificadas, em termos climáticos, das regiões brasileiras. Para isto contribuem a sua localização latitudinal entre 15° e 25° sul, sua distribuição longitudinal, cuja área se estende da zona costeira atlântica até aproximadamente 1.000 km de distância do mar, sua altimetria e disposição do relevo (SANT'ANNA NETO, 2005). Segundo o mesmo autor, um dos aspectos mais marcantes dos climas tropicais é que a sazonalidade anual caracteriza-se mais pela concentração pluvial do que pela variação térmica. Na região Sudeste, entretanto, ambos exercem importante papel na configuração estacional. Significativas variações no regime pluviométrico e no ritmo térmico têm sido verificadas nos climas da região Sudeste. Cita ainda, que as diferenças térmicas regionais são, assim como as pluviométricas, extremamente diversificadas. A grande extensão latitudinal associada às elevadas altitudes do relevo exercem importante papel na distribuição das temperaturas médias anuais. Estas variam entre 14° C e 25° C. Mais elevadas no norte de Minas Gerais e no litoral leste do Estado do Rio de Janeiro e Espírito Santos e, menores no sul e na região serrana.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), a região sudeste do Brasil apresenta 14 subtipos climáticos regionais. Utilizando como critérios básicos as temperaturas médias e o regime pluviométrico (volume anual e distribuição sazonal), os tipos climáticos podem ser agrupados em três grandes conjuntos.

O primeiro grupo caracteriza-se por climas quentes, subdivididos em cinco variações em função da distribuição pluvial: dos superúmidos (sem estação seca) aos semi-áridos (com até seis meses secos), localizados basicamente no norte do Estado de Minas Gerais, Triângulo Mineiro, Oeste e Norte Paulista, **litoral e Norte Fluminense**, além de praticamente todo território capixaba, à exceção da região serrana.

O segundo grupo, denominado de subquente apresenta temperaturas médias ligeiramente inferiores, pelo efeito da altitude, mas com características pluviométricas semelhantes, variando do superúmido até áreas com quatro a cinco meses secos, localizados principalmente no Centro-sul mineiro e centro-oeste paulista.

Nas latitudes mais altas e nas áreas mais elevadas, encontram-se os subtipos climáticos do terceiro grupo: os mesotérmicos, cujas temperaturas são mais brandas e distribuição sazonal mais uniforme das chuvas, que ao contrário dos dois grupos anteriores, apresentam período seco menos prolongado.

O Estado do Rio de Janeiro ocupa uma área de 43.910 km², representando aproximadamente 4,75% da Região Sudeste (FIDERJ, 2008).

Cerca de metade do território encontra-se abaixo de 200m de altitude, 32% entre 200 e 600m, 11% entre 600 e 900m, 6% entre 900 e 1.500m e 1% acima de 1.500m. Três unidades compõem o quadro morfológico: a baixada fluminense, os maciços litorâneos e o planalto (CIDE, 1998). Seis unidades compõem a divisão geopolítica: Região Norte, Noroeste, Serrana, Baixada Litorânea, Metropolitana (Baixada Fluminense), Centro-Sul, Médio Paraíba e Bacia da Ilha Grande (ATLAS ESCOLAR DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2000).

O Estado do Rio de Janeiro registra os tipos climáticos Aw, Am, Af, Cfa, Cfb, Cwb e Cwa do sistema de Köppen. O clima Aw, tropical úmido, com chuvas de verão e invernos secos, ocorre na Baixada Fluminense. Segundo a classificação climática de Strähler, o clima dessa região é litorâneo úmido exposto às massas tropicais marítimas (mta). O clima Am prevalece nas proximidades dos maciços e encostas baixas do município da capital, por efeito das chuvas de relevo (CIDE, 1998; MOREIRA e SENE, 2004). A temperatura média anual da baixada Fluminense varia de 23,5°C a 24,2°C e o índice pluviométrico 1000 a 1500 mm

anuais. Sendo que no Município do Rio de Janeiro, a temperatura média anual registra 24°C e a pluviosidade de 1250 mm anual (MOREIRA e SENE, 2004; FIDERJ, 2008)

A tropicalidade do clima pode ser explicada pela posição do território em baixas latitudes. As terras fluminenses estão localizadas imediatamente ao norte do Trópico de Capricórnio e, devido a esta posição latitudinal, em qualquer parte do Estado, tem-se o sol no zênite duas vezes ao ano, nas proximidades do solstício de verão do Hemisfério Sul. Isto explica, em parte, as altas temperaturas observadas nesta estação (CIDE, 1998).

Outro elemento importante na explicação do clima do Estado é a presença do Oceano Atlântico ao longo dos seus limites meridionais e orientais. O oceano funciona como um regulador térmico, comprimindo as amplitudes térmicas anuais e, ao mesmo tempo, fornecendo ao continente substancial aporte de água para baixa atmosfera. A elevada umidade do ar e os elevados índices pluviométricos reinantes no Estado exemplificam a influência da maritimidade no clima regional (MOREIRA e SENE, 2004; FIDERJ, 2008).

A diversidade climática fluminense está na topografia acidentada e compartimentada do Estado. Escarpas de blocos falhados separam superfícies altas e montanhosas (que mergulham para o interior) de outras planas a suavemente onduladas, que se espraiam desde o Município do Rio de Janeiro até o Norte Fluminense constituindo as baixadas litorâneas (CIDE, 1998; ATLAS ESCOLAR DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2000).

Dos fatores estáticos que influenciam o clima do Estado do Rio de Janeiro (latitude, relevo, altitude e maritimidade), para o estudo das massas de ar, pode-se afirmar que o Estado está submetido, ao longo do ano, aos ventos de Leste e Nordeste, que sopram do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Este centro de Alta Pressão Subtropical é responsável pela manutenção das temperaturas médias, em patamares mais ou menos elevados. Altos níveis de umidade relativa e tempo bom, geralmente associado ao céu limpo, azul e livre de nebulosidade (CIDE, 1998; FIDERJ, 2008).

Quanto às temperaturas, considera-se o regime do mês mais frio não inferior a 18°C; subsequente, quando compreende entre 18 e 15°C; mesotérmico brando, entre 15 e 10°C e mesotérmico, quando a temperatura média do mês mais frio for inferior a 10°C (CIDE, 1998; MOREIRA e SENE, 2004;). Partindo desses patamares, foi estabelecida uma correlação simples entre a média do mês mais frio e altitude da estação meteorológica. Foram definidas quatro classes, denominadas “superfícies térmicas”. A primeira delas está compreendida entre 0 e 200 metros, podendo o seu regime térmico ser considerado quente. Este primeiro “degrau térmico” é representado pelos depósitos quaternários de origens continental e marinha, distribuídos, principalmente, pelas baixadas litorâneas. Os depósitos terciários do Grupo Barreiras, que aparecem no Norte Fluminense, fazem parte desta vasta superfície, assim como as colinas rebaixadas e embutidas neste grande compartimento. A Baixada Fluminense está incluída neste primeiro “degrau térmico” (CIDE, 1998; FIDERJ, 2008).

Com vistas ao mapeamento dos índices térmicos, foram traçadas para todo o território fluminense, isoterma mensal e anual, obtidas através das estimativas de temperatura em função das retas de regressão. E as isotermas determinadas para as latitudes de 0, 200, 500, 1000 e 1500 metros, selecionando-se os meses de janeiro, abril, julho e outubro como os mais significativos em termos de variação térmica sazonal, ilustrada na Tabela 1. As áreas situadas abaixo da curva hipsométrica de 200 metros registram temperaturas anuais que variam entre 19 e 26 °C. Nessas áreas incluem-se a Baixada Fluminense, Baixadas Litorâneas e a maior parte do Norte Fluminense (96,47%). A Região Metropolitana do Estado está localizada na região da Baixada Fluminense, com altitude variando e 2 a 48 metros do nível do mar, ocupando uma área de 5.737,8 km dividida em 14 Municípios: cidade do Rio de Janeiro, Belford Roxo, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Mangaratiba, Marica, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, São Gonçalo, São João de

Meriti, Seropédica e Tanguá (CIDE, 1998; ATLAS ESCOLAR DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2000; MOREIRA e SENE, 2004; FIDERJ, 2008).

Baseado na temperatura e na precipitação pluviométrica entre os anos de 1980 e 2010, a temperatura média anual da Baixada Fluminense foi de 23,7°C, a média das máximas foi 22,9°C e das mínimas 19,7°C. A umidade relativa média foi de 79% e a precipitação anual média de 1225,4 mm, concentrada nos meses de outubro a março, conforme Tabela 2 e Figura 1. Neste período a precipitação anual média na época das “secas” (abril a setembro) foi de 377,0 mm, e na época das “águas” (outubro a março) foi de 848,4 mm.

Toda a análise foi realizada a partir dos dados de informação dos elementos meteorológicos e, foram obtidos junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA) e PESAGRO (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro). Foram tabulados e calculados utilizando-se das normais climatológicas do período 1961/1990 e dados de 1991 a 2010.

Tabela 1. Estimativa das temperaturas médias anuais (°C) e de meses selecionados, segundo a altitude (m) do Estado do Rio de Janeiro.

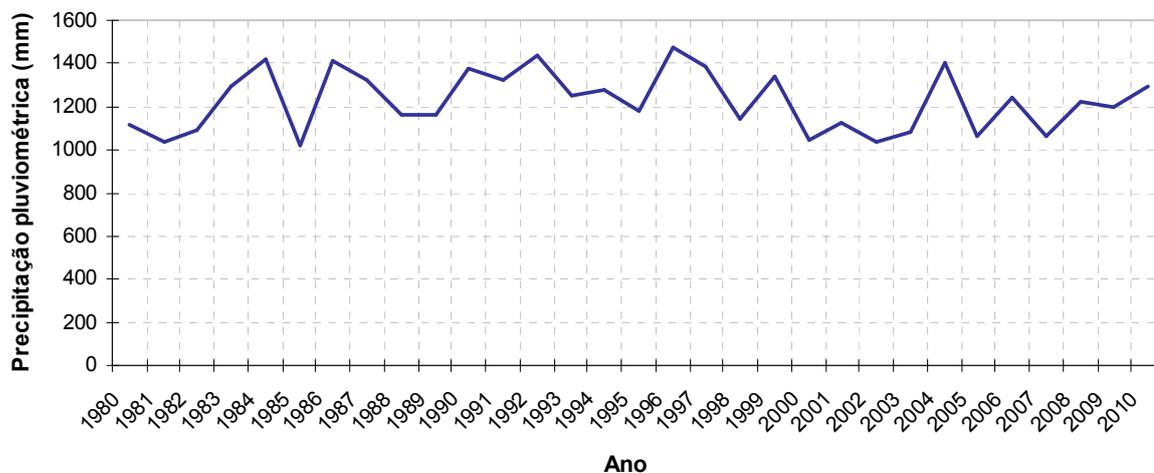
| Altitude | Anual | Janeiro | Abril | Julho | Outubro |
|----------|-------|---------|-------|-------|---------|
| 0 | 23 | 26 | 24 | 20 | 23 |
| 200 | 22 | 25 | 22 | 19 | 22 |
| 500 | 20 | 23 | 20 | 17 | 20 |
| 1000 | 17 | 20 | 18 | 13 | 18 |
| 1500 | 14 | 18 | 14 | 10 | 15 |

Fonte: CIDE, 1998 e FIDERJ, 2008

Tabela 2. Médias de temperatura ambiente (TA), temperatura máxima (TA_{MAX}), temperatura mínima (TA_{MIN}), umidade relativa (UR) e precipitação pluviométrica (PP) no período de 1980 a 2010

| Meses | TA (°C) | TA _{MAX} (°C) | TA _{MIN} (°C) | UR (%) | PP (mm) |
|-----------|---------|------------------------|------------------------|--------|---------|
| Janeiro | 26,8 | 31,3 | 22,3 | 78,8 | 161,4 |
| Fevereiro | 26,7 | 31,2 | 22,3 | 78,6 | 136,1 |
| Março | 25,9 | 30,3 | 21,5 | 80,5 | 140,5 |
| Abril | 24,4 | 28,7 | 20,2 | 78,9 | 98,7 |
| Mai | 22,7 | 26,8 | 18,7 | 80,1 | 68,7 |
| Junho | 21,3 | 25,6 | 17,1 | 77,3 | 43,4 |
| Julho | 20,8 | 25,2 | 16,5 | 75,7 | 40,0 |
| Agosto | 21,5 | 25,8 | 17,3 | 75,9 | 42,8 |
| Setembro | 21,9 | 26,1 | 17,8 | 80,3 | 83,4 |
| Outubro | 23,0 | 26,6 | 19,5 | 80,9 | 100,5 |
| Novembro | 24,0 | 27,7 | 20,4 | 80,6 | 134,2 |
| Dezembro | 25,4 | 29,4 | 21,5 | 80,8 | 175,7 |
| Anual | 23,7 | 27,9 | 19,6 | 79,0 | 1225,4 |

Fonte: INMET/MARA e PESAGRO/RJ



Fonte: INMET/MARA e PESAGRO/RJ

Figura 1. Médias de precipitação pluviométrica (mm) no período de 1980 a 2010.

2.2 Rebanho Caprino no Estado do Rio de Janeiro

A caprinocultura na região Sudeste, tem como finalidade a produção de leite e derivados, sendo a maioria das raças oriundas do tronco europeu, obtendo-se carne a partir de animais adultos de descarte ou cabritos (COSTA et al., 2008; McMANUS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009).

De acordo com os dados do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE (2006), na região Sudeste existe 10.500 estabelecimentos que criam caprinos, o que dá uma média de 16 animais por propriedade para essas regiões, número inferior à média nacional, mostrando ainda mais que a criação de caprinos é uma atividade de pequenos produtores nestas regiões.

Na região Centro-Sul do Brasil, houve a partir de 1995, um incremento expressivo de aproximadamente de 150% no plantel caprino. A caprinocultura nesta região, vem se expandindo e estruturando, baseando-se na introdução de caprinos de raças exóticas visando o comércio de matrizes e reprodutores, puro de origem nacional (PON) e puro por cruza (PC), produção de leite e derivados e carne, e os programas de cruzamentos dessas raças exóticas com caprinos nativos e Comuns, sem padrão de raça definida (SPRD) visando à obtenção de mestiços com melhor potencial genético para função produtiva, adicionado à rusticidade desses últimos (IBGE, 2006).

De acordo com os resultados do Censo Agropecuário do IBGE (2006), no Estado do Rio de Janeiro existem 871 criatórios e 15.816 caprinos, o que dá uma média de 18 animais por propriedade. De 1995 a 2006 houve um incremento de 17,5 % no número de animais (IBGE, 2008).

A produção de caprinos tem despertado interesse cada vez maior em outras regiões do país, notadamente na região Sudeste, voltados, principalmente, para o mercado de leite e seus derivados e, mais recentemente, para o mercado de carne. Um aumento de mais 28%, em comparação a dados do IBGE (2006).

No Sudeste do Brasil, os caprinos são criados, em sua maioria, em confinamento (SOARES FILHO et al., 2001; GONÇALVES et al., 2002 e 2008;; BARROS et al., 2005; LOPES, 2011).

Apesar de dispor de apenas 3,5% do efetivo do Brasil, a Região Sudeste destaca-se pela representativa de seus Estados no agronegócio caprino leiteiro, tanto comercial que gira em torno de 65% do total produzido no País, quanto pela participação no mercado do leite de cabra e seus derivados (SILVA, 1998), quanto pela participação no mercado do leite e seu derivados (BORGES e BRESSLAU, 2003).

Mesmo que o rebanho do Nordeste apresente mais 95% do efetivo de caprinos, apresenta baixa produtividade, em torno de 70% de leite. Condição contrária é apresentada na região Sudeste, a qual apresenta 3% do efetivo de rebanho caprino e produz em torno de 27% de leite. Esta comparação entre o efetivo de rebanho caprino das regiões Nordeste e Sudeste, com suas respectivas produções de leite, evidencia tanto a utilização de animais mais especializados para a produção de leite, quanto sistemas mais tecnificados, utilizados em sistema intensivo, o qual é comum na região Sudeste (IBGE, 2006).

Gonçalves et al. (2008) evidenciou que sistemas mais tecnificados (sistemas intensivos) produzem maior volume de leite, cerca de 2,9 kg de leite/animal/dia, do que os sistemas semi-intensivos. Sistemas com animais menos especializados para função produção de leite e com menos tecnificação (sistemas semi-intensivo) produzem menos volume de leite, conforme resultados apresentados por Pimenta Filho et al. (2004) e Barros et al. (2005), 1,38 e 1,36 kg de leite/animal/dia, respectivamente.

As propriedades rurais da Zona da Mata de Minas Gerais, das regiões Serras e Noroeste do Rio de Janeiro e das regiões sul e serrana capixaba, vêm sofrendo reduções consideráveis em suas dimensões (IBGE, 2006). A redução do tamanho das propriedades rurais e a topografia característica destas regiões são fatores limitantes à produção de bovinos na escala necessária para torná-las um negócio rentável e atrativo aos produtores de toda esta macrorregião, uma vez que a política agrícola brasileira não estabelece a concessão de subsídios aos produtores rurais para cobrir os déficits financeiros gerados pelos sistemas de produção (SILVA, 1998). Nesse contexto, a caprinocultura leiteira se destaca como atividade rentável a ser desenvolvida nas pequenas propriedades rurais (GONÇALVES, et al., 2008).

2.3 Considerações sobre Adaptação e Fisiologia da Termorregulação

Segundo MATARAZZO (2004), os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual. Sua produção está condicionada às influências do ambiente, o qual não se mantém constante ao longo do tempo.

O clima é a principal condição do ambiente espontâneo sobre os animais domésticos, é o resultado da ação conjunta dos agentes climáticos, cujos efeitos não podem ser rigorosamente individualizados, constituindo o complexo climático que funciona como um todo (SILVA, 2000).

A temperatura é o fator mais importante para determinar o tipo de animal que se pode criar em uma determinada região. Poucas raças de animais domésticos de climas temperados podem prosperar em regiões onde a média anual de temperatura é superior a 18°C. Se esta temperatura excede aos 21°C todos os animais de clima temperado irão sofrer “degeneração” tropical, que se caracteriza por uma detenção da produção e uma efetiva redução da fertilidade (HAFEZ, 1973; NASCIMENTO et al., 1974; McDOWELL, 1989).

A umidade atmosférica é outra variável que, influência marcadamente o balanço calórico em ambiente quente em que a perda de calor via evaporativa é crucial para manutenção da homeotermia (YOUNG, 1988). Uma maior pressão de vapor da água devida à alta umidade relativa do ar conduz à menor evaporação da água contida no animal para o

meio, tornando o resfriamento do animal mais lento. Menor pressão de vapor, por sua vez, proporciona o resfriamento do animal mais rápido, em decorrência de maior taxa de evaporação da água através da pele e do aparelho respiratório. Estas situações são observadas em climas quentes e úmidos e quentes e secos, respectivamente (BACCARI JÚNIOR, 1998; SILVA, 2000; PIRES et al., 2003; STARLING et al., 2005; PIRES, 2006; FURTADO, 2007).

Os animais não adaptados tropicalmente e que não podem suportar altas temperaturas, vivem hipertérmicos. É retardado o desenvolvimento dos animais que mostram sinais de hipertermia nos trópicos (SILVA, 2000; BONSMMA, 2000; PIRES, 2006).

Animais melhorados geneticamente para função produtiva oriundos de climas temperados encontram dificuldades de aclimação nos trópicos, com alterações do padrão de comportamento; das reações cardiovasculares, da troca de energia, do balanço de água e dos parâmetros bioquímicos, o que resulta na redução de seu desempenho produtivo (SCHNEIDER et al., 1986; BEEDE e COLLIER, 1986; KOLB, 1987; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005; SOUZA, 2007).

Vários trabalhos citam que os animais susceptíveis a parasitos externos também são susceptíveis a parasitos internos. Animais menos adaptados a um determinado clima e com um baixo nível nutricional, geralmente tem uma grande incidência de parasitos externos e está infectado a princípio com parasitos internos de uma ou outra espécie. As enfermidades desempenham um importante papel na produção animal e a falta de adaptabilidade determina que os animais se tornem mais susceptíveis a várias enfermidades (HAFEZ, 1973; NASCIMENTO et al., 1974; McDOWELL, 1989; JOHNSON, 1990; SILVA, 2000).

A combinação dos quatro elementos ambientais (temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento), na qual se inicia o estresse calórico é difícil de especificar, visto que, uma dada combinação pode ser favorável ou desfavorável, dependendo do animal e das condições particulares na qual ele se encontra (BACCARI JÚNIOR, 1990; BARBOSA e SILVA, 1995; OLIVIER, 2000; SILVA, 2000; STARLING et al., 2005). Quando um animal é colocado em um determinado ambiente, as trocas térmicas que realiza com ele dependem da situação em que ambos se encontram. Se o ambiente apresenta temperaturas mais elevadas do que aquelas na qual o organismo opera, então há uma condição de estresse térmico. Caso as características do animal permitam que seu organismo compense a ação desse estresse, eliminando mais calor, então não haverá tensão, a menos que o processo de compensação cause alterações sensíveis em outras funções orgânicas (SILVA, 2000).

O efeito do calor na temperatura corporal é determinado não somente por esses agentes do clima, como também, pela disponibilidade de água e alimento (SHELTON e FIGUEIREDO, 1990; PEREIRA, 2005). As fontes disponíveis de alimento e água em ambientes quentes exercem influência na temperatura do corpo através das interações fisiológicas entre o metabolismo energético que libera calor para manutenção e atividades produtivas e a água que entra no sistema via metabolismo intermediário e resfriamento evaporativo (FINCH, 1986).

Admite-se que, nas regiões tropicais, os animais não adaptados vivem quase que permanentemente sob estresse calórico. Essa situação pode minimizar graças ao esforço fisiológico de um organismo em relação à ação de um estressor do ambiente (YOUSEF, 1987; SILVA, 2000). Trata-se de um ajuste que ocorre apenas nos limites do próprio organismo e que geralmente resulta no aumento da necessidade de energia de manutenção, com a consequente diminuição da expressão produtiva (SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003; STARLING et al., 2005). Tal fenômeno é encontrado com frequência quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior dos animais durante a maior parte do dia (SILVA, 2000; PEREIRA, 2005; PIRES, 2006). Estes superam esta situação graças à aclimação, que reduz o esforço fisiológico produzido pela ação de um estressor do ambiente (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000; SOUZA, 2008).

O grau de adaptação de uma raça ou de um animal para qualquer ambiente relaciona-se com a proporção de seu potencial de produção que é expressa em um dado ambiente (SILVA, 2000; BONSMMA, 2000, PEREIRA, 2005; PIRES, 2006; SOUZA, 2007). O nível máximo de produção que pode ser mensurado é determinado pelo potencial genético do animal. A proporção do potencial genético, que é realmente expressa em um ambiente, depende do nível de estresse naquele ambiente e da resistência da raça ao estresse. Diferenças entre raças, quanto ao potencial de produção ou adaptação ao ambiente, manifestam-se como mudanças no *ranking* das mesmas quando comparadas em diferentes ambientes (McDOWELL, 1989; SILVA, 2000; STARLING, 2005).

O conceito de adaptação animal refere-se às mudanças genéticas e fisiológicas que ocorrem nos animais em resposta aos estímulos internos e externos. Adaptação genética relaciona-se às características hereditárias que favorecem a sobrevivência de uma população em um ambiente específico e concerne a seleção natural e a artificial, enquanto que a adaptação fisiológica relaciona-se às mudanças ocorridas no indivíduo, por um curto ou longo período e envolve a capacidade e o processo de ajustamento dos animais ao ambiente físico externo (ajustamento do animal a si mesmo e ao seu meio ambiente total) (McDOWELL, 1989; SILVA, 2000).

De acordo McDowell (1989) a adaptação fisiológica é determinada principalmente por alterações do equilíbrio térmico e de adaptabilidade que descreve determinadas modificações no desempenho quando o animal é submetido às altas temperaturas. Segundo Baccari Júnior (2001) a vulnerabilidade dos animais às condições meteorológicas, quando deslocados para um ambiente diferente de origem ou frente a mudanças dentro do mesmo ambiente, faz com que recorram a mecanismos de adaptação fisiológica a fim de manter a homeostase. Entretanto, a adaptação fisiológica do animal objetivando reduzir os efeitos adversos do clima, pode resultar em alterações no metabolismo, particularmente, a energia, água, eletrólitos e hormônios (DOMINGUES, 1968; HAFEZ, 1973; NASCIMENTO et al., 1974; BEEDE e COLLIER, 1986).

Neste contexto, o conceito biológico de adaptação refere-se ao resultado da ação conjunta de características anatômicas, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais, no sentido de garantir o bem estar e favorecer a sobrevivência de um organismo em um ambiente específico (HAFEZ, 1973; McDOWELL, 1989; BACCARI JÚNIOR, 1990 e 1998; SILVA, 2000; STARLING et al., 2005).

O processo evolutivo dos organismos, segundo Dobzhansky (1970) é, na realidade, uma constante adaptação das populações às mudanças geológicas, climáticas e biológicas que ocorrem incessantemente no mundo. O caminho natural dessa adaptação é a diversificação genética, pela qual, em uma mesma população, coexistem genótipos especializados para a ocupação de diferentes nichos ecológicos ou para sobreviverem em diferentes contingências ambientais. A presença numa população de variantes genéticas com diferentes hábitos alimentares ou diferentes tolerâncias às variações de temperatura, por exemplo, permite uma utilização mais completa das oportunidades ambientais, com relação ao que poderia ocorrer se existisse um genótipo único (SILVA, 2000; STARLING et al., 2005). Quanto maior a extensão da adaptação genética melhor o animal sobrevive e se reproduz, de tal sorte que suas características biológicas são persistidas.

Os limites de tolerância à temperatura para um dado animal não são fixos; a exposição a uma temperatura próxima da letal frequentemente acarreta certo grau de adaptação, de maneira que uma temperatura anteriormente letal seja tolerada (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Com frequência, o intervalo de tolerância térmica é diferente para a mesma espécie no verão e no inverno. Um animal invernal geralmente tolera e permanece até mesmo ativo a temperaturas tão baixas que seriam letais para um animal estival; inversamente, o animal é menos tolerante que um animal estival a temperaturas elevadas. Essas modificações na

tolerância à temperatura com mudanças climáticas são chamadas de aclimatização (CRAWSHAW, 1975; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Segundo Schmidt-Nielsen (1996) a aclimatização e a aclimatação podem ocorrer em resposta a muitos fatores ambientais, como temperatura, umidade, tensão de oxigênio, natureza dos alimentos e umidade.

Aclimatação (significando a resposta a alterações ambientais naturais), ou aclimatização (se referindo a resposta a mudanças ambientais impostas em condições de laboratório), são termos gerais usados para descrever o processo de um organismo ajustar-se a mudanças em seu habitat, geralmente envolvendo temperatura ou clima. Isso pode ser algo bem discreto ou ser parte de um ciclo periódico, como troca da pelagem de inverno de mamíferos para uma pelagem mais leve no verão. Aclimatação usualmente ocorre por um curto período, e dentro do período de vida de um organismo (HAFEZ, 1973; McDOWELL, 1989; KOLB, 1987; SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

A distinção pode ser eventualmente a mesma, porém invertendo-se as palavras usadas para cada significado. Também é em alguns casos feita a distinção de aclimatação ser uma resposta a múltiplas influências ambientais, e aclimatização ser referente ao ajuste à influência mais restrita e específica, tal como as que poderiam ser reproduzidas isoladamente em laboratório, ou em experimentos de campo (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; CUNNINGHAM, 1999; DUKES e SWENSON, 2006).

Aclimatação não deve ser confundida com adaptação, que ocorre em populações durante sua evolução. Além disso, a adaptação envolve modificações genéticas herdáveis o que não ocorre na aclimatação. A capacidade de aclimatação é diferente entre as espécies, sendo, esta sim, herdável. A adaptação pode cobrir várias gerações e incluir mudanças nos genes (DOBZHANSKY, 1970; KOLB, 1987; DAWKINS, 2008).

Em suma, a aclimatação (aclimação) refere-se a uma adaptação fisiológica (ajustamento fisiológico adaptativo) em longo prazo, resultando em um aumento da tolerância à exposição contínua ou repetida aos agentes estressores climáticos, sendo normalmente produzida sob condições de campo, ao passo que a aclimatização refere-se a mudanças adaptativas (fisiológicas) em resposta a uma única variável climática, geralmente observada em câmaras climáticas (McDOWELL, 1989; VILLARES, 1999; STARLING, 2000; SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003). Segundo Silva (2000), existem dois pontos de vista para conceituação do termo adaptação. O primeiro é genético, e define adaptação como sendo o conjunto de alterações nas características herdáveis que favorecem a sobrevivência de uma população de indivíduos em um determinado ambiente. O segundo é biológico, resultado da ação conjunta de características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais, no sentido de favorecer a sobrevivência e promover o bem-estar de um organismo específico. Assim, quanto mais adaptado o organismo, em termos genéticos e biológicos, maiores serão suas chances de desenvolver todo o seu potencial em determinada situação ambiental e climática (SILVA, 2000; BONSMA, 2000; DAWKINS, 2008).

O aclimamento como resultado da aclimação, se apresenta diferente, conforme o seu processamento: transplantação de raças entre regiões homoclimáticas ou transplantação entre regiões heteroclimáticas. As diferentes formas de reação dos animais e as diferenças climáticas maiores ou menores dão margem a diferenças de aclimamento.

Na aclimação é possível estabelecer uma distinção, considerando-se o processo que ela deve seguir para se tornar vitoriosa. Podemos importar animais, e ensaiar a aclimação da raça em estado de pureza. Mas, muitas vezes, importam-se os machos para cruzá-los com fêmeas nativas (locais). Ao primeiro passo chama-se de aclimação direta e, ao segundo, aclimação indireta. Na aclimação indireta se procura contornar os percalços da adaptação de certas raças, empregando o cruzamento da raça de fora, com animais da região, biologicamente aclimados. Visando juntar as qualidades econômicas da raça melhorada e importada, com a rusticidade

da raça/tipo nativo (local). Dessa mistura de fatores genéticos surgem diversas formas biológicas, entre as quais algumas se mostram vitoriosas e produtivas, no novo meio, que, a priori, nos garantirá o êxito da aclimação (DOMINGUES, 1968).

Termorregulação é o processo de controle da temperatura em um sistema físico qualquer. Organismos vivos são sistemas físicos geradores de energia térmica, produzida no decorrer de processos metabólicos de manutenção vitais. Ao mesmo tempo, ocorrem trocas (ganhos e perdas) dessa energia térmica com o meio ambiente (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; DUKES e SWENSON, 2006; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005).

Em um dado instante o organismo está armazenando ou perdendo energia, a não ser que permaneça numa condição de trabalho invariável, num ambiente absolutamente inalterável. Sob tais condições ideais, o organismo entra em um estado de *equilíbrio térmico* com o ambiente.

A transferência de calor por convecção se dá pelo movimento de massa do fluido, admitindo que o ar, fluido, esteja a uma temperatura mais baixa que a do animal, o calor fluirá em direção do animal para o ar, sendo esse processo acelerado quando se aumenta a velocidade do fluxo de massa (OLIVEIRA, 2007).

As trocas por convecção e radiação infravermelha de ondas longas são afetadas pela existência de uma capa protetora sobre a superfície cutânea e por um gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente (STARLING, 2000; SILVA, 2000).

Como a função corpórea resulta de processos físicos e químicos sensíveis a alterações na temperatura, *os animais utilizam várias estratégias para regular a temperatura de seus tecidos* (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000).

A capa do pelame do animal influencia diretamente na eficiência da radiação, da convecção e da condução como mecanismos de eliminação de calor. Por outro lado, em ambientes tropicais o diferencial de temperatura entre o ambiente e a superfície do corpo dos animais tende a ser pequeno e às vezes negativo (temperatura ambiente maior que a superfície). Assim, para dissipar a energia térmica produzida pelo metabolismo e a recebida do meio externo, um animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica, permitindo certo aumento na temperatura corporal (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000). Muitas raças de bovinos tropicais apresentam temperatura corporal um pouco mais alta que as de suas congêneres européias, nas mesmas condições, e apesar de seu metabolismo mais baixo isso decorre da estocagem de energia térmica, um fenômeno de grande importância adaptativa (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003; OLIVEIRA, 2004 e 2007).

Em um ambiente quente, como de uma região tropical, a temperatura do ar encontra-se próxima à corporal ou a excede, e neste caso há necessidade de se proteger o animal contra a penetração de calor externo por convecção, de modo que a importância deste mecanismo depende das condições ambientais. Isso porque as atividades metabólicas de manutenção e produção geram ainda mais energia térmica a ser dissipada para o ambiente. Além disso, a temperatura radiante média do ambiente tende ser muito mais elevada que a da atmosfera e, conseqüentemente, a quantidade de energia térmica recebida por radiação, pode ser maior que a eliminada (OLIVEIRA, 2007). Assim, o processo evaporativo torna-se o mais importante para a termorregulação do que em ambientes amenos, como demonstrado na Figura 2.

Quando a temperatura ambiente se encontra abaixo da temperatura crítica inferior (TCI), a perda de calor na forma sensível (não evaporativa) predomina. Porém, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior (TCS), predomina a dissipação de calor latente (evaporativo).

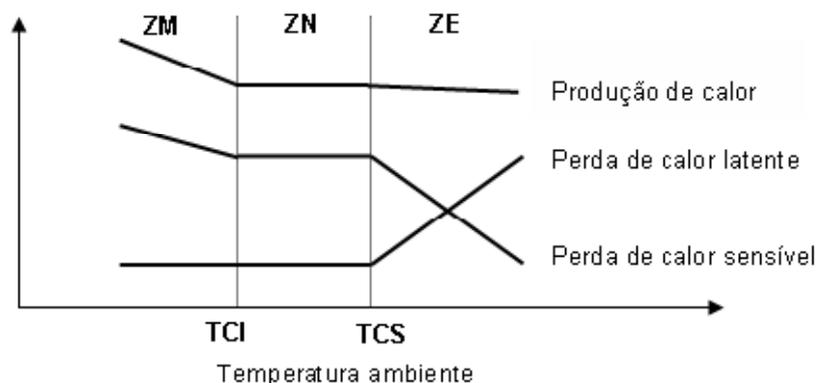


Figura 2. Respostas básicas da termorregulação em relação à temperatura ambiente crítica inferior (TCI) e superior (TCS). ZM, ZN, e ZE são zonas de temperatura com diferentes tipos de regulação (regulação metabólica, não- evaporativa e evaporativa, respectivamente).

O pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, pois constitui uma barreira à passagem do fluxo de energia térmica, devido ao isolamento proporcionado pela estrutura física das suas fibras e pela camada de ar aprisionada entre elas. Assim, para dissipar a energia térmica de origem metabólica e a recebida pelo ambiente, o animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica até certo limite, conseqüentemente aumentando a temperatura corporal (SILVA, 2000; 2005; SILVA e STARLING, 2003; MAIA et al., 2003; OLIVEIRA; 2004 e 2007; STARLING et al. 2005; LIGEIRO et al., 2006). A estocagem térmica é realmente um fenômeno de grande importância adaptativa (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006).

Portanto, o papel termorregulador do pelame pode ser dividido em dois componentes: (a) proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e (b) dissipação do excesso de calor da superfície do animal (HAFEZ, 1973; FINCH, 1985; SILVA, 2000).

Quando o equilíbrio entre a perda e o ganho de energia térmica fica comprometido, parte do calor gerado metabolicamente se acumula. Este processo pode ser revertido pela redução do metabolismo, tendo como consequência uma restrição na energia destinada à produção, por ser esta utilizada prioritariamente no processo de termorregulação. Por outro lado, o aumento do metabolismo vem em resposta à necessidade dos animais, seja pelo crescimento, produção ou termorregulação (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2007).

A produção de calor pelo metabolismo depende do nível de atividade orgânica. Animais em crescimento sempre apresentam temperatura corporal mais alta do que animais adultos, porque os intensos processos de divisão celular durante a fase de crescimento e desenvolvimento dos tecidos implicam em metabolismo mais elevado (OLIVEIRA, 2007).

LU (1989) observou uma redução na produção de calor por cabras alimentadas com dietas ricas em concentrados, menor do que aquela de animais alimentados com dietas ricas em volumosos.

Conforme Finch (1986), cerca de um terço da carga térmica de um animal em ambiente quente é gerado pelo metabolismo. Nestas condições, a respiração é responsável por aproximadamente 15% das perdas de calor, ocorrendo as perdas restantes por mecanismos sensíveis e evaporação cutânea. Esses valores podem variar bastante (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Schmidt-Nielsen (1996), Cunningham (1999) e Silva (2000) a temperatura em qualquer local do organismo será estável apenas se existir um equilíbrio na transferência de calor de e para esse. Os animais estão sempre ganhando e perdendo água e outros materiais. Ao perderem água através de evaporação, eles podem manter sua temperatura constante.

Existem termorreceptores em todos os tecidos e a temperatura da corrente sanguínea varia continuamente, mesmo nas condições da zona de conforto térmico, de modo que o fato de um indivíduo estar sob tais condições não é uma garantia de homeostase térmica (BLIGH, 1990; SILVA, 2000a). Diante disso, os mecanismos de termorregulação operam continuamente em todo o organismo do animal (OLIVEIRA, 2007).

Nos animais endotérmicos (homeotérmicos), os mecanismos de termorregulação ou de controle da temperatura encarregam-se de manter certa estabilidade na temperatura das várias regiões do corpo, apesar das oscilações na temperatura ambiente. A manutenção da temperatura corporal se efetua sob controle do sistema nervoso central, mediante ajustes fisiológicos e comportamentais, e exige que a produção e a perda de calor pelo organismo sejam equivalentes (HARDY, 1981). Portanto, pode-se admitir que, na tentativa de evitar ou minimizar a ação de efeitos deletérios provenientes do clima, os animais promovam ajustes comportamentais de termorregulação, pois tanto o calor produzido quanto o calor dissipado são diretamente vinculados às atividades realizadas por eles (KOLB, 1987; CUNNINGHAM, 1999; DUKES e SWENSON, 2006; SILVA, 2000; PIRES, 2006). Nos animais endotérmicos a quantidade de energia térmica estocada depende essencialmente de uma elevada taxa metabólica (*taquimetabolismo*).

Os animais endotérmicos no qual a variação da quantidade de calor estocado é mantida dentro de limites específicos e geralmente bastante estreitos, independente das variações térmicas do ambiente externo (SILVA, 2000). Eles conseguem manter a temperatura corpórea constante na presença de alterações consideráveis da temperatura ambiente. Os homeotérmicos precisam manter um alto índice metabólico para obter o calor necessário para manter a temperatura corpórea. Isso requer um alto consumo de energia e, portanto, a procura quase constante por alimento (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; DUKES e SWENSON, 2006).

A zona de termoneutralidade é limitada em ambos extremos pela *temperatura crítica inferior* (TCI) e pela *temperatura crítica superior* (TCS), respectivamente (BRODY, 1948). Yousef e Johnson (1963) definiram a zona de termoneutralidade ou de conforto térmico como aquela amplitude de temperaturas ambientes dentro das quais os animais não ativam os mecanismos físicos e químicos de termorregulação.

A faixa de temperatura de conforto térmico ou zona termoneutra, varia de acordo com a espécie, raça e sua constituição genética, idade, peso e tamanho corporal, estado fisiológico, dieta alimentar, exposição prévia ao calor (aclimatação), variação da temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e radiação incidente no ambiente de criação (HAFEZ, 1973; McDOWELL, 1989; CURTIS, 1983; TEETER, 1990; SILVA, 2000).

A manutenção da temperatura corporal deve-se manter inalterada, dentro dos limites fisiológicos que é de mais ou menos de 1°C em relação à temperatura normal do animal, sejam quais forem às variações climáticas (BERMAN et al., 1985).

A temperatura central dos mamíferos e aves apresenta flutuações diárias regulares. Em um período de 24 horas essas flutuações são geralmente entre 1 e 2°C. Os animais diurnos apresentaram uma temperatura máxima durante o dia e uma mínima à noite; os animais de hábitos noturnos apresentam um padrão inverso (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Isto é uma evidência de que a diferença da temperatura corporal desses animais não é apenas uma simples reação à temperatura ambiente, mas um processo fisiológico associado à atividade orgânica. A temperatura corpórea apresenta um dos mais notáveis ritmos circadianos dos mamíferos. A variação dos valores da temperatura corporal dos animais possui uma forma sinusoidal. A intensidade do ritmo circadiano continua a se expressar mesmo em condições de constância ambiental (CIPOLLA-NETO et al., 1988). Segundo Schmidt-Nielsen (1996), a temperatura corporal, deve ser de fato, um ciclo endógeno. Contudo, o ciclo da temperatura corporal é muito influenciado pela temperatura ambiente.

A termorregulação envolve um balanço entre ganho e perda de calor, condição indispensável para que seja mantida a saúde e reduzidos os desgastes orgânicos, com melhor funcionamento dos sistemas fisiológicos (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005).

A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação, e dependem da existência de um gradiente térmico ente o corpo do animal e o ambiente (HABEEB et al., 1992). A perda de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação sem modificar sua temperatura (INGRAM e MOUNT, 1975).

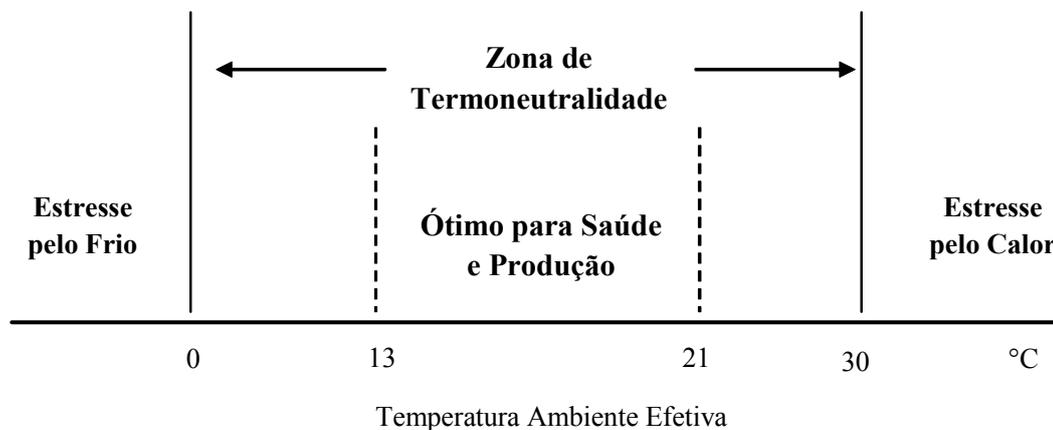
A resistência de um animal às altas temperaturas é definida pela sua maior ou menor capacidade em dissipar o calor corporal excessivo, conseguindo assim manter a sua temperatura corporal média dentro dos limites da homeotermia (VILLARES, 1990; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005; PIRES, 2006).

De acordo com Kleiber (1962), a temperatura ótima para a vida dos homeotérmicos seria a de 20°C, que corresponde à temperatura crítica abaixo ou acima do qual o animal é requerido aumentar ou diminuir a produção de calor, equivalente ao conforto fisiológico. Brody (1948) propôs que o referido termo zero de 20°C fosse transformado numa faixa de temperatura ótima, delimitada pelas temperaturas crítica superior e inferior, em torno de 20°C e denominada zona de neutralidade térmica. Admiti-se que a zona de conforto climático, onde uma pequena mudança na temperatura externa se tornaria imperceptível nas funções fisiológicas, situando-se entre 13 e 18°C (McDOWELL, 1989).

Em particular, os animais poligástricos mantêm em ambiente temperado, mais à custa (gasto) da evaporação do calor, do que da produção, com pequenos custos metabólicos. Nas regiões tropicais, esses ruminantes acionam tanto os dispositivos de controle da produção de calor, como os de sua dissipação corporal. A habilidade de poder combinar a regulação e a evaporação, ao mesmo tempo, acaba por conferir aos ruminantes uma ampla faixa de termoneutralidade ao redor de 20°C (VILLARES, 1990), o que não sucede igualmente aos monogástricos. Segundo este autor, os monogástricos ficam restritos à estreita faixa de neutralidade em torno de 20°C, enquanto que os poligástricos dispõem de amplos espaços de termoneutralidade, desde 10 até 28°C, de acordo com seus recursos fisiológicos. De posse desses dois recursos fisiológicos (produção e eliminação de calor), as várias espécies de animais contam, com dispositivos anatomofisiológicos peculiares. Os animais monogástricos e poligástricos teriam diferentes comportamentos adaptativos, desde a faixa de termoneutralidade até as zonas extremas de termogênese e termólise (WEBSTER, 1983; McDOWELL, 1989; VILLARES, 1990; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005).

Segundo Villares (1990) um dos recursos mais efetivos para controlar a produção de calor pelos homeotérmicos nas zonas quentes é o consumo quantitativo e qualitativo de alimentos, por dia e em relação ao peso vivo. Tanto os animais monogástricos, como os poligástricos utilizam o mecanismo de apetite voluntário para regular a consumação de alimentos, como fonte energética.

As temperaturas críticas inferiores e superiores de caprinos (adultos) em regime de manutenção variam, respectivamente de 15° e 30°C (LU, 1990). Segundo Müller (1989), Smith e Sherman (1994), Baccari Júnior (1998), Morand-Fehr e Doreau (2001), Borges e Bresslau (2003), Furtado (2007) e Farias et al. (2009) para caprinos, são definidas zonas de conforto térmico (amplitude relativa à temperatura crítica inferior e superior) de 0 a 30°C, e de termoneutralidade situada entre 13 e 21°C para caprinos europeus, e o limite de umidade relativa do ar ideal variando de 60 a 70% (MÜLLER, 1989). A Figura 3 apresenta a zona de conforto térmico e a faixa ótima de temperatura para saúde e produção de caprinos de raças leiteiras especializadas.



Fonte: Borges e Bresslau (2003)

Figura 3. Zona de termoneutralidade e ótimo para saúde e produção de caprinos de raças leiteiras especializadas.

A referência fisiológica da variável temperatura corporal é obtida mediante a temperatura retal, que pode variar nos caprinos adultos de 38,5 e 40,0°C, valores determinados em repouso e à sombra (MAREK e MÓCSY, 1963; FARIA, 1979; BACCARI JÚNIOR et al., 1996b; URIBE-VELÁSQUEZ et al., 2001; COELHO et al., 2006). Esses valores variaram de 38,5 e 40,5 °C de acordo com os dados de Kolb (1987), baseado em uma revisão minuciosa em caprinos adultos. A faixa de normalidade de 38,5 e 40,5°C para caprinos adultos corrobora com as mais recentes citadas por Farias et al. (2009). Com relação a esta mesma variável, Reece (1996) considera normal o intervalo de 38,5 e 39,7°C, nesta espécie. Segundo Anderson (1996) a temperatura retal normal em caprinos varia de 38,5 °C 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. Silva (2000) baseando-se em algumas fontes bibliográficas salienta que a temperatura retal média de caprinos adultos é de 39,7°C com uma variação de 38,7 e 40,7°C. Segundo Medeiros et al. (1989, 2001, 2002a e b, 2006c, 2007 e 2008) a temperatura corporal em caprinos dita *normal* é de 39°C, observada comumente em zona de termoneutralidade, para comparação e alguma compensação da temperatura corporal inicial.

Os animais homeotérmicos apresentam *termogênese* contínua, gerando um aporte térmico como consequência dos processos metabólicos que produzem a energia necessária à síntese de novas moléculas e ao trabalho muscular, glandular e nervoso (FINCH, 1985; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000).

Devido às diferenças na atividade metabólica dos diversos tecidos, a temperatura não é homogênea no corpo todo, variando conforme a região anatômica. Em geral, as regiões mais internas e profundas apresentam temperatura mais constante, ao passo que as regiões mais superficiais apresentam temperatura mais variável e mais sujeita às influências do ambiente externo (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000).

Segundo Schmidt-Nielsen (1996) o calor produzido por um animal deve ser transportado à superfície antes que possa ser transferido ao meio ambiente. Portanto, a

superfície do organismo deve estar a uma temperatura mais baixa que as partes internas, pois, se as temperaturas fossem as mesmas não poderia ocorrer transferência de calor. *A conclusão é que a temperatura de um organismo não pode necessariamente ser uniforme.* Pode-se considerar que o calor do corpo consiste de um centro no qual a maior parte do calor é produzida e, um envoltório muito maior que compreende a pele e os músculos, que produz somente uma pequena fração do calor corpóreo total (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; CUNNIGHAM, 1999; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; DUKES e SWENSON, 2006).

A temperatura interna, ou central, mantém-se suficientemente constante, porém, isso não significa que essa temperatura seja invariável. Órgãos que possuem maior taxa de produção de calor podem ser mais quentes que outros, mas são resfriados pelo sangue (isto é, o sangue venoso que sai desses órgãos é mais quente que o sangue arterial). As diferenças de temperatura no centro podem ser mais de até 0,5°C de um local para outro. Logo, não se pode falar de uma única temperatura central, mas para fins práticos, a temperatura retal profunda é frequentemente utilizada como uma medida representativa (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

A temperatura superficial de um indivíduo, que se encontra em equilíbrio térmico, é sempre mais baixa que a temperatura central. Isso significa que o sangue arterial que flui para o envoltório perde calor e retorna como sangue venoso mais frio. E, evidentemente, essa é a maneira como a maior parte do calor produzido no centro é transportada à superfície ou, em outras palavras, é como os órgãos centrais são resfriados. Dependendo das circunstâncias (temperaturas externas e necessidade de perda de calor), a temperatura superficial varia muito. Além disso, os tecidos adjacentes, incluindo grande parte da massa muscular, podem apresentar temperaturas consideravelmente abaixo da temperatura central (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000). A temperatura central não representa o estado térmico do corpo inteiro, a temperatura superficial pode variar muito e a profundidade do corpo até a qual a temperatura do envoltório se estende pode variar drasticamente (SILVA, 2000).

Quando dizemos “*temperatura normal*” de um animal, estamos nos referindo à sua temperatura retal, tomada numa profundidade mínima de seis centímetros (CURTIS, 1983; DUKES e SWENSON, 2006).

A estocagem de energia térmica se relaciona positivamente com a massa corporal, de modo que indivíduos mais pesados armazenam mais calor e necessitam de uma taxa de produção de calor menor. Isso ocorre porque objetos pequenos apresentam áreas de superfície maiores, em relação ao seu volume. Portanto quanto maior o corpo, menor a área em relação ao volume (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003). Essa quantidade de calor armazenado pode ser medida como a diferença entre a perda de calor e a quantidade gerada de calor em dado intervalo de tempo. Esta diferença pode ser dada pela temperatura da pele e temperatura retal (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2007).

Normalmente, os animais homeotérmicos aumentam sua taxa metabólica quando a temperatura ambiente se encontra abaixo da temperatura crítica inferior. Entretanto, o contrário não pode ser eficiente a ponto de ocorrer um equilíbrio, uma vez que a taxa de metabolismo de manutenção não pode ser reduzida abaixo do limite do organismo, mesmo quando a energia térmica gerada é excessiva. Assim os animais recorrem a mecanismos, como a condução, convecção, radiação e evaporação (OLIVEIRA, 2007).

A atividade metabólica não se mantém em nível uniforme durante todo o tempo, mesmo nos animais homeotérmicos. Uma das evidências disso é a variação da temperatura corporal nos animais endotérmicos, influenciada por mudanças na sua atividade física e no nível de metabolismo (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000), porém sincronizada a modificações diárias na intensidade da luz, na temperatura e outros fatores ambientais.

A condutância térmica da capa externa em muitos mamíferos e aves também varia em ciclos circadianos, sendo maior na fase ativa do dia (ASCHOFF, 1981; SCHMIDT-

NIELSEN, 1996). Esse fenômeno auxilia a termólise (quando os animais se acham ativos) e também a termoconservação, quando estão em repouso ou dormindo (SILVA, 2000).

Himms-Hagen (1983) afirma haver necessidade de distinguir duas formas de termogênese, a *obrigatória* e a *facultativa*. A termogênese obrigatória ocorre em todos os órgãos, particularmente nos tecido nervosos, glandular e muscular, sendo controlada basicamente pelos hormônios da glândula tireóide.

Segundo Silva (2000) a termogênese facultativa é aquela a qual o organismo recorre apenas em determinadas circunstâncias e divide-se nos seguintes tipos, a seguir: A) Termogênese induzida pela ingestão de alimentos: ocorre principalmente no *tecido adiposo marrom (TAM)*. B) Termogênese induzida pelo frio: ocorre no *tecido adiposo marrom*; e nos *músculos esqueléticos*, através de tremores ou calafrios. C) Termogênese induzida pelo exercício físico: ocorre nos *músculos esqueléticos*.

A termogênese *obrigatória* está associada às reações metabólicas essenciais à vida celular e é fundamentalmente endotérmica. Inclui ainda as reações metabólicas associadas ao processamento dos alimentos, que ocorre ao nível dos intestinos, fígado e tecido adiposo branco. As alterações metabólicas desse último tipo são lentas e requerem muitas horas ou dias para se complementar. Por outro lado, a termogênese *facultativa* baseia-se em reações rápidas, de algumas horas no máximo (HIMMS-HAGEN, 1983; SILVA, 2000).

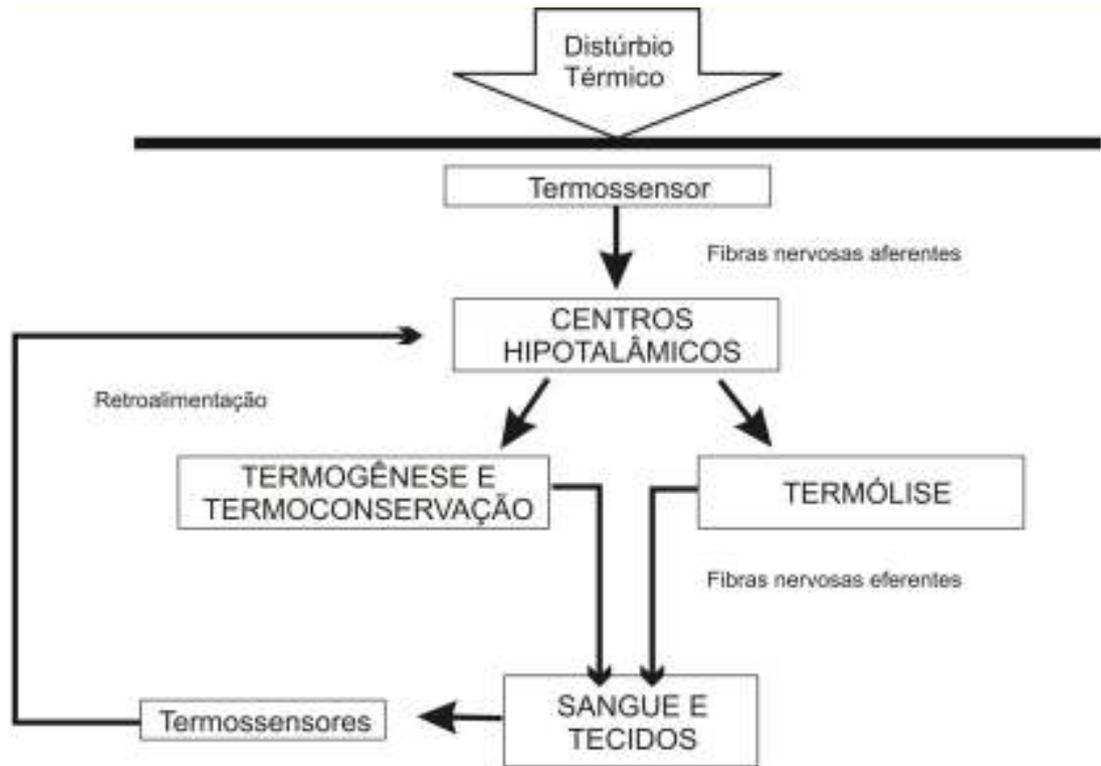
O **TAM** é um importante mecanismo de termogênese em mamíferos recém-nascidos, porém desaparece nas primeiras semanas de vida (ALEXANDER et al., 1975; MONTEITH e MOUNT, 1974; HIMMS-HAGEN, 1983; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000).

A temperatura corporal de um animal depende da energia térmica estocada por unidade de massa corporal. Essa quantidade de energia pode ser aumentada através da termogênese, ou diminuída pelos processos de termólise (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Segundo Silva (2000) tanto a termólise como a termogênese envolvem três tipos de **mecanismos de controle térmico**, a seguir:

1) *Comportamentais*: alterações do comportamento do animal, que se desloca de modo a aumentar ou diminuir a exposição à energia térmica procedente do ambiente; 2) *Autônomos*: envolvem o controle de várias funções orgânicas, como o fluxo sanguíneo, a variação da posição dos pêlos ou penas, o funcionamento das glândulas sudoríparas, o controle do sistema respiratório e a ingestão de água e alimento, entre outras; 3) *Adaptativos*: alterações, à médio ou longo prazo, de certas características, tais como: tipo e coloração da pelagem, pigmentação da epiderme, formação de depósitos gordurosos, alterações hormonais, etc.

Todos esses mecanismos são integrados em centros termorregulatórios localizados no hipotálamo, que constituem um sistema de controle retroalimentado (**feedback system**), cujo esquema simplificado está ilustrado na Figura 4.



Fonte: Silva (2000).

Figura 4. Esquema simplificado do controle térmico por retroalimentação.

A retroalimentação negativa significa que quando os sensores detectam uma alteração no estoque de energia térmica, emite um sinal de desvio, proporcional à diferença entre o nível atual de energia no sistema, e um nível de energia especificado (*set point*) no qual o organismo deve trabalhar. Esse sinal de desvio é então amplificado, invertido e realimentado ao sistema, de maneira a compensar a variação anterior (SILVA, 2000).

Uma das respostas mais prontas ao estresse térmico nos animais endotérmicos é a alteração na circulação sanguínea local e geral. A capacidade de alterar o fluxo sanguíneo de um órgão para outro é uma característica de todos os vertebrados, tendo-se desenvolvido ao longo do processo evolutivo como uma das primeiras funções da termorregulação (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000; DUKES e SWENSON, 2006).

Segundo Schmidt-Nielsen (1996) e Silva (2000) a *variação do fluxo sanguíneo* para a periferia é um meio eficaz de transferir energia térmica do interior do corpo para o ambiente externo e constitui, na verdade, o único meio controlável de distribuição dessa energia pela superfície do corpo. É difícil, contudo, avaliar-se quantitativamente o fluxo de calor transportado através do sangue, do interior do corpo para a superfície, devido à complexidade da configuração dos corpos dos animais e também porque as artérias servem a diversos outros tecidos, além da epiderme.

O gradiente térmico da perda de calor pode se alterar em decorrência de modificações no fluxo sanguíneo e pela quantidade de isolamento cutâneo e pela quantidade de *isolamento* que separa o animal do ambiente. O *aumento do fluxo sanguíneo* para a pele eleva a temperatura cutânea e, portanto, intensifica a perda de calor, enquanto uma *redução no fluxo sanguíneo* cutâneo diminui a perda de calor (CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005; DUKES e SWENSON, 2006).

Segundo Schimidt-Nielsen (1996) e Silva (2000) existe ainda outro processo de transferência térmica envolvendo o sistema circulatório. Trata-se do processo de *contracorrente*, que se baseia na proximidade de uma artéria com uma veia da capacidade equivalente. O sangue traz calor do interior do corpo pela artéria; como a artéria permanece junto a uma veia, que transporta o sangue mais frio procedente da superfície corporal, o calor transfere-se por condução, da artéria para a veia. Atingindo a superfície externa do corpo, o sangue arterial já está pré-resfriado até poucos graus acima da temperatura ambiente; portando, pouco calor é perdido. Inversamente, o sangue venoso que retorna é pré-aquecido e isso evita uma queda na temperatura interna.

Há perda de calor por evaporação continuamente (mecanismos evaporativos), devido à difusão da água através da pele e pela perda de vapor de água das vias respiratórias. Essa perda de água é obrigatória, porém, em condições de estresse térmico, o resfriamento evaporativo pode aumentar bastante, porque as glândulas sudoríparas são ativadas ou o animal começa a ofegar (CUNNINGHAM, 1999). A perda de calor por evaporação torna-se cada vez mais importante à medida que a temperatura ambiente se aproxima da corpórea, sendo a única forma de perda de calor viável quando a temperatura ambiente ultrapassa a do corpo (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; DUKES e SWENSON, 2006; PIRES et al., 2006).

Geralmente, em região tropical, o mecanismo físico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007). Segundo esses autores, nesses ambientes, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, tornando ineficazes as termólises por condução, e convecção. Portanto, a evaporação no trato respiratório ou na superfície da pele é um mecanismo essencial para a regulação térmica em homeotérmicos, porém existem grandes diferenças entre as espécies na importância relativa do calor latente, o qual pode ser perdido por estes dois caminhos (CENA e MONTEITH, 1975; SILVA, 2006). Em acréscimo, se a temperatura ambiente for superior à corporal, há necessidade de proteger o organismo contra a penetração do calor externo por condução e convecção (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; STARLING, 2000; SILVA, 2000; LIGEIRO, 2004; OLIVEIRA, 2004 e 2007).

Em ambientes de temperatura muito elevada, tanto o excesso como a carência de umidade são prejudiciais. Se o ambiente é quente e muito seco, a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação geral (SCHMIDT-NIELSEN, 1996; SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003; STARLING, et al., 2005; LIGEIRO et al., 2006).

Quando a temperatura do ar excede muito a do animal, por exemplo, em desertos, onde o mecanismo de troca térmica que é mais utilizado seria o de evaporação, a situação se agrava pela carência de água. Os animais que ali vivem desenvolveram mecanismos fisiológicos para evitar a perda de líquidos corporais, como a concentração da urina e das fezes e o controle da temperatura cerebral abaixo da temperatura corporal (OLIVEIRA, 2007).

No caso do ambiente ser muito quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal. Isso porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada ou anulada, podendo ocorrer mesmo ganho de calor por este mecanismo (SILVA, 2000; STARLING et al., 2005; LIGEIRO et al., 2006; OLIVEIRA, 2007).

Uma grande vantagem do aumento da ofegação está relacionada à manutenção da temperatura do cérebro, principal órgão termossensível, a uma temperatura inferior ao do centro. Isso se dá pela existência de um mecanismo de *contracorrente*, pois nos ungulados a maior parte do sangue que vai para o cérebro circula pela artéria carótida externa, que na base do crânio se ramifica em centenas de pequenas artérias. Estas se encontram com o sangue venoso que retorna das paredes das vias nasais onde foi resfriado, trocando calor. Como

resultado, a temperatura cerebral é cerca de 2 a 3°C mais baixa que a temperatura corporal média (SCHIMIDT-NIELSEN, 1996).

As características do pelame são fatores importantes para a regulação do calor corporal, pois a capacidade evaporativa cutânea nos animais depende principalmente do tipo, cor e espessura da capa. Se a capacidade de um animal em suar for relativamente alta, o pelame ideal será aquele que permite uma livre circulação do ar sobre a pele, o que possibilita uma maior atividade evaporativa. Tratando-se de animais com baixa capacidade sudorípara, o ideal será que estes possuam pelame mais espesso, que os proteja da incidência direta dos raios solares (SILVA, 2000).

A evaporação cutânea ocorrerá sempre, no caso da temperatura da superfície ser suficientemente elevada, a espessura da cobertura ser mínima e naturalmente houver umidade para ser evaporada. Quanto maior a pressão de vapor da atmosfera, tanto mais alta deve ser a temperatura da superfície em relação à do ar, a fim de que se possa haver absorção da umidade produzida (CENA e MONTEITH, 1975; STARLING, 2000; SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006).

A quantidade de água evaporada do corpo de um animal depende de diversos fatores, de acordo com o local em que ocorre a evaporação. No caso desta ocorrer nas superfícies do aparelho respiratório, são fatores importantes: volume do ar respirado, temperatura corporal e umidade do ar inspirado. Para a evaporação na superfície da epiderme: velocidade do vento, temperatura ambiente, umidade do ar, taxa de transferência de água para a superfície cutânea, capa de cobertura (pelame) e temperatura da superfície. Por sua vez, alguns desses fatores podem associar-se a outros, como idade, sexo, raça, ambiente radiante, etc. (STARLING, 2000; SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006).

A prioridade para manter a temperatura corporal dentro dos limites normais impera sobre as funções produtivas dos animais e as respostas dos ruminantes ao estresse calórico incluem: a) redução da ingestão de matéria seca; b) diminuição do metabolismo; c) redução da atividade, especialmente durante o dia; d) aumento da frequência respiratória; e) temperatura corporal elevada (SILVA, 2000; STARLING et al., 2005; PEREIRA, 2005). Entretanto, a elevação da temperatura corporal durante o dia é resultante de um processo de estocagem de calor, a fim de reduzir a pressão sobre os mecanismos de termólise. Este excesso estocado é dissipado durante a noite, quando melhoram as condições de dissipação. Isso tem sido evidenciado, por exemplo, em camelos e em zebuínos (SILVA, 2000). Além disso, sob condições de estresse calórico, os animais aumentam a taxa de sudação e o consumo de água, apresentam mudanças de postura e procuram sombra ou imersão em água, principalmente, nas horas mais quentes do dia (SILVA e STARLING, 2003; PIRES, 2006; FURTADO, 2007).

A intensidade nas alterações fisiológicas e comportamentais, durante o processo de termorregulação é diretamente dependente de características anatomofisiológicas relacionadas com a capacidade dos animais de trocar calor com o meio ambiente (SILVA e STARLING, 2003; STARLING et al., 2005).

Vários estudos têm confirmado a ocorrência de diferenças individuais nas respostas de termorregulação dos animais domésticos, e que modo geral é real a uniformidade das respostas de termorregulação para cada espécie ou raça (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2007).

A intensidade de radiação solar está relacionada com a temperatura do ambiente onde o animal vive e influencia os tecidos que revestem o corpo do animal (SILVA e STARLING, 2003; STARLING et al. 2005; OLIVEIRA, 2007). A radiação solar direta, nas faixas ultravioletas, luz visível e infravermelha, é, em parte, refletida de acordo com a cor e outras propriedades do pelame do animal, sendo parte restante, absorvida sob a forma de calor. Desta forma, a capa externa do organismo, constituída pelo pelame nos mamíferos e penas e penugem nas aves, assume fundamental importância para as trocas térmicas entre o organismo

e o ambiente. Nas regiões tropicais, a capa externa possui funções mais relacionadas à proteção mecânica da epiderme, ao mimetismo e à proteção contra a radiação solar (SILVA, 2000). Segundo o autor, a distinta disposição isolante da superfície corporal (revestimento piloso, plumagem, tecido adiposo subcutâneo), assim como das glândulas sudoríparas, leva à existência de peculiaridades na regulação do equilíbrio térmico, que dependem da espécie animal que apresentará diferentes sensibilidades ao aumento e decréscimo da temperatura ambiente.

2.4 Caracterização das Raças Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer

Ao se definir um padrão racial é necessária a descrição das características que permitam a identificação dos indivíduos da raça em questão. Essas podem ser divididas em: a) Características morfológicas: são visíveis, palpáveis ou mensuráveis, tais como formato de orelha, cor de pelagem, peso ou estatura; b) Características fisiológicas: são relacionadas à fisiologia em geral, como precocidade, rusticidade, vigor e capacidade de adaptação; c) Características psicológicas: são relacionadas ao sistema nervoso, como temperamento, vivacidade, disposição e caráter do animal e d) Características econômicas: estão relacionadas à aptidão dos animais, como produção de leite, carne, pêlo ou pele (RIBEIRO, 1998).

A raça Saanen é de origem Suíça, do Vale de Saanen, nos cantões de Berna e Appenzell, onde as temperaturas médias anuais não ultrapassam 9,5°C. A raça tem, portanto, ajustes fisiológicos indicados para regiões.

É um animal de porte grande e profundo (SALLES, 2010). Raça muito explorada na Europa, Estados Unidos e em outros países por sua alta produção leiteira e persistência da lactação. É considerada uma raça cosmopolita, pois é a raça caprina leiteira mais criada no mundo (GONZALO e SÁNCHEZ, 2002). Apresenta boa prolificidade, bem adaptada ao sistema produtivo intensivo e às zonas frias (MENEZES, 2005). Os pêlos são curtos, às vezes medianos na linha dorso lombar e coxas. A pelagem é uniformemente branca sendo também, aceita a pelagem baía. Apresenta peso médio variando entre 75 kg e 90 kg nos machos e entre 50 kg e 65 kg nas fêmeas. No Brasil, a média diária de leite tem variado de 2,5 kg a 4,9 kg para uma lactação com duração de 260 a 305 dias (TORRES et al., 1982; RIBEIRO, 1998; FURTADO, 2007; LÔBO et al., 2009; SOUZA, 2010).

A Parda Alpina (Alpinas) é de aptidão leiteira, o nome sugere a origem, os Alpes europeus. As diferenças entre a Parda Alpina e a Parda Alemã, no tocante à funcionalidade, não são bem conhecidas. A Parda Alpina apresenta a face, o ventre, a parte dianteira dos membros ou sua totalidade, particularmente, na parte inferior e a linha dorsal escuros e o "colar" também escuro. Já a "Parda Alemã" teria a face clara, com faixas evidentes dos olhos até a mandíbula, ou menores, sempre claras, o ventre claro e as extremidades dos membros claros. O peso varia, respectivamente, de 70kg a 90kg e 50kg a 60kg nas fêmeas. No Brasil, a média diária de leite tem variado de 2,0 kg a 4,0 kg para uma lactação com duração de 240 a 280 dias (TORRES et al., 1982; RIBEIRO, 1998; LÔBO et al., 2009).

A Anglo-nubiana, pertence às raças do tronco das cabras Asiático-Africanas, da região de Núbia, atualmente Sudão. Foi formada por meio de cruzamentos com cabras comuns inglesas de pêlo curto com bodes da Núbia e da Índia, após intenso processo de seleção, com base na dupla aptidão isto é, leite e carne. A raça é explorada em vários países entre esses o Brasil. É uma raça adaptada para regiões tropicais, por ser muito tolerante ao calor (DEVENDRA e BURNS, 1980; GALL, 1980; WILSON et al., 1980; AZEVEDO, 1982; VIEIRA, 1984; MEDEIROS et al., 1990, 1991, 1992, 1997 e 2006c; RIBEIRO, 1998; SOUSA e SANTOS, 1999; SILVA, 2006; OLIVEIRA et al., 2009). Difundida em todos os Estados do Brasil em virtude da sua rusticidade, principalmente no Nordeste, nas condições edafoclimáticas da zona semi-árida da região. São animais de pêlos curtos e finos, por vezes

sem predominância de quaisquer cores, podendo variar de preto a branco, em todas as tonalidades, ou manchada. Castanho-escuro e vermelha também são comuns. São animais robustos e de porte grande. As fêmeas pesam em média 55kg a 65kg enquanto, que os machos alcançam pesos que variam de 70kg a 95kg. A raça, em geral, produz uma média diária de leite menor do que todas as raças européias leiteiras exploradas no Brasil bem como apresenta um período de lactação mais curto.

A raça Boer, originária da África do Sul, a partir do cruzamento entre caprinos indígenas e europeus é considerada muito rústica e prospera em todas as regiões climáticas da África do Sul, incluindo as regiões de climas mediterrâneo, tropical e subtropical, bem como as regiões semidesérticas do Kalahari (SOUSA et al., 1998). É uma raça de tamanho médio, que apresenta características particulares que o diferencia de outras raças: cabeça forte, focinho ligeiramente curvo, narinas amplas, orelhas pendentes, pelagem branca com a cabeça, orelhas e cauda vermelha (ALMEIDA e SCHWALBACH 2000). Especializada na produção de carne e utilizada em vários países para melhorar as características de crescimento e produção de carne das raças locais (ERASMUS, 2000). Apresenta máximo rendimento de carcaça, boa conformação e estatura ajustada às condições de ambiente e aos requerimentos de produção. Os caprinos desta raça podem apresentar ganho em peso diário a uma taxa de mais de 200g/dia (SILVA, 2006).

2.5 Considerações sobre o Desempenho de Caprinos nos Trópicos

Em região tropical e subtropical o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais de produção diminui consideravelmente, já na primavera, principalmente na metade final e, notadamente no verão, quando a temperatura ambiente, o nível da radiação do solar e a umidade relativa do ar atingem valores muito altos (pico) e desconfortáveis para os animais. Estes fatores ambientais aliados à produção de calor metabólico do animal reduzem sua capacidade de perder calor corporal, resultando em uma condição de estresse calórico que, como consequência diminui a produção afetando efetivamente a reprodução (SILVA, 2000; STARLING, 2000; BACCARI JÚNIOR, 2001; PIRES et al., 2003; PIRES, 2006).

Estas regiões podem afetar adversamente o desempenho animal de maneira direta e indireta: diretamente, através do efeito das altas temperaturas, sobre a habilidade do animal de sobreviver e funcionar nas condições reinantes; indiretamente, através de restrições, tais como ingestão de alimentos, qualidade do alimento, e carga de doenças e parasitas, podendo acarretar redução na produtividade (McDOWELL, 1989; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005).

Nas regiões tropicais, são observadas lentas taxas de crescimento e baixa produção de leite. O tipo de animal necessário aos trópicos, segundo Yousef et al. (1968), deveria possuir: a) alta eficiência na utilização de alimentos; b) habilidade para promover a perda de calor corporal eficazmente; c) habilidade para conservar a produção corporal de calor permitindo que os processos produtivos ocorram num nível normal, mesmo quando a temperatura do ar é alta; d) isolamento contra a radiação solar (características de pele e pelos); e) habilidade para suportar um alto grau de desidratação e elevação da temperatura corporal e f) possuírem um alto grau de resistência às doenças mais comuns. Este seria o tipo ideal de animal.

De maneira geral, as raças caprinas nativas dos trópicos, utilizadas para a produção de carne, em criações extensivas, são caracterizadas pelo pequeno porte, adaptabilidade e baixa exigência nutricional, enquanto, para a produção de leite, normalmente são utilizadas raças selecionadas, originárias das regiões de clima temperado, criadas puras ou em cruzamento com raças nativas ou tipos comuns, Sem Padrão de Raça Definida - SPRD (SANTOS et al., 1984; RODRIGUES, 1988; MEDEIROS et al., 1997 e 2005; RIBEIRO, 1998; SILVA, 2006).

Apesar de se apresentarem adaptados, os caprinos de raças nativas nacionais e os animais SPRD mostram baixa velocidade de crescimento. Visando aumentar a produção de

carne nos caprinos das raças nativas e SPRD, em curto prazo, seria necessário o cruzamento desses animais com raças exóticas de maior porte como as do tronco europeu e dos troncos africano (SANTOS et al., 1984; FERNANDES et al., 1985, MEDEIROS et al., 1990, 1992 e 1997; RIBEIRO, 1998; SILVA e ARAÚJO, 2000; SILVA, 2006; LÔBO et al., 2009).

Os caprinos originários de países de clima temperado apresentam marcante influência quanto às variações do fotoperíodo, já que inicia seu ciclo reprodutivo anual em função da diminuição da intensidade de luz diária, o que reflete significativamente na eficiência reprodutiva e produtiva (CHEMINEAU et al., 1993; GALINA et al., 1995; SOARES FILHO et al., 2001). O fotoperíodo e a temperatura são fatores principais de interferência na reprodução desses animais, sendo que o primeiro tem como interdependência a latitude, um caráter diretamente proporcional (CHEMINEAU et al., 1993). Na região Centro-Sul do Brasil, os animais apresentam-se poliéstricos estacionais, passando a ter estros regulares apenas no verão e outono (VIEIRA, 1984; MEDEIROS et al., 1991, 2004, 2006a e b; GONÇALVES et al., 1996; RIBEIRO, 1998). O que difere dos animais da região Nordeste, onde existe pouca variação no ciclo anual do fotoperíodo, devido à latitude, predominando os poliéstricos contínuos (SIMPLÍCIO et al., 1980; RIBEIRO, 1998; SOARES FILHO et al., 2001). Quanto mais próximo ao Equador menor o fotoperíodo, sendo o elemento controlador do ciclo estral, a alimentação e as altas temperaturas.

Raças com maior potencial genético para uma função produtiva são sensíveis ao estresse calórico devido à função produtiva especializada e à alta eficiência na utilização dos alimentos, como consequência da intensa produção de calor associada à digestibilidade e ao metabolismo de grandes quantidades de nutrientes (BACCARI JÚNIOR, 1998).

Apesar de os caprinos serem considerados animais resistentes, as associações entre elevada temperatura, alta umidades do ar e radiação pode acarretar alterações comportamentais e fisiológicas, tais como aumento extremo na temperatura corporal e na frequência respiratória, diminuição excessiva da ingestão de alimentos e redução do nível de produção (LU, 1989; GAYÃO, 1992; FURTADO, 2007; GOMES et al., 2008).

Mesmo considerando as espécies mais tolerantes ao calor, como é o caso dos caprinos que é tida como menos susceptível ao estresse ambiental, em temperaturas críticas reduz a sua eficiência bioenergética prejudicando o resultado de sua produtividade (LU, 1989). Por isso, o conhecimento prévio do desempenho de raças exóticas introduzidas em ambientes diferentes ao de sua origem torna-se indispensável (SOUZA, 2007).

Diversas raças de caprinos vêm sendo introduzidos no Brasil com a intenção de tornar mais eficiente a produção de caprinos leiteiros. Entretanto, a ausência de ações integradas e de políticas públicas não tem permitido alcançar os objetivos almejados. É necessário mais conhecimento sobre os recursos genéticos disponíveis para que se possam definir métodos mais eficientes de seleção destes animais (LÔBO et al., 2009 e 2010).

A estrutura organizacional da população de caprinos no Brasil também é outra questão a ser resolvida. Não há uma estrutura piramidal clássica com rebanhos elite, multiplicadores e comerciais. Animais de alto padrão genético, sendo de custo de aquisição muito elevado e tendem a circular entre os criadores de rebanhos de elite (KRUG, 2001; LÔBO, 2002 a e b; LÔBO et al., 2009 e 2010; McMANUS et al., 2011a).

É preciso tomar cuidado especial, visando o progresso real dos outros tipos genéticos nacionais e a manutenção de seu potencial genético. Os cruzamentos com raças exóticas, na tentativa de melhorar rapidamente a produção dos animais, vêm sendo conduzidos sem a devida cautela e de forma desordenada, o que poderá trazer prejuízos à adaptação, à sustentabilidade e à qualidade dos animais (LÔBO et al., 2009).

A introdução de animais especializados têm sido uma das maneiras de aumentar a produtividade da caprinocultura, introduzindo um melhor potencial genético aos rebanhos. Contudo, o clima têm sido um dos fatores regionais que mais influenciam na adaptação da

nova prevalência genética com a introdução de raças exóticas (principalmente as de origens europeias, no caso em particular no Estado do Rio de Janeiro). Nestes casos os animais perdem uma quantidade excessiva de calor (via evaporativa) para o ambiente, para manter a temperatura corporal em níveis aceitáveis fisiologicamente, podendo efetivamente comprometer o desempenho produtivo, decorrente dos efeitos dos agentes diretos e indiretos e das suas interações do ambiente reinantes, em particular a Região das Baixada Fluminense (MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b, 2006a, b e c, 2007 e 2008).

As altas temperaturas das regiões tropicais causam um desconforto fisiológico que obrigam os caprinos a reagirem na tentativa de restabelecer a homeotermia, diminuindo o consumo de alimento e o metabolismo, aumentando a vasodilatação periférica favorecendo a dissipação de calor na forma sensível, com gasto de energia. Ou seja, a energia que seria usada para produção é utilizada para resistir ao estresse térmico, diminuindo assim, o desempenho dos animais (COELHO et al., 2006; FURTADO, 2007; SALLES, 2010).

A exploração dos caprinos exóticos, os Saanen, já tem entre nós algumas décadas e os mesmos são bastante difundidos no Brasil, tendo indivíduos de alta produtividade. Porém, pouco se sabe sobre alguns dos seus atributos ligados à eficiência da termólise, a qual é essencial em uma região quente. Tais características são relacionadas a fatores ambientais: radiação solar, temperatura e umidade do ar, entre outros, estando intimamente ligadas à dissipação do excesso de calor corporal (OLIVEIRA, 2007).

A identificação de genótipos portadores de atributos que possam garantir um aumento na produtividade e ao mesmo tempo estejam adaptados às condições ambientais, possibilita através do cruzamento entre animais nativos ou SPRD e exóticos (tronco europeu ou Africano), a exploração da heterose (MEDEIROS et al., 1990, 1991 e 1992; MONTY JÚNIOR et al., 1991; CARDELINO, 1996; SILVA e ARAÚJO, 2000; PEREIRA, 2001; GOMES et al., 2008), proporcionando o nascimento de cabritos adaptados e com maior desempenho produtivo (NOGUEIRA FILHO, 2003; SILVA, 2006).

A raça Anglo-nubiana tem sido selecionada primariamente para produção de leite, revelando características consideráveis de crescimento e de carcaça (SANTOS et al., 1984; MEDEIROS et al., 1990, 1991, 1992 e 1997; OLIVEIRA et al., 2009). Essa tem sido utilizada em programas de cruzamento com raças nativas, tipos comuns (SPRD) ou raças européias, no Brasil, com resultados satisfatórios (FIGUEIREDO et al., 1982; SANTOS et al., 1984; FERNANDES et al., 1985; RODRIGUES, 1988; MEDEIROS et al., 1990, 1992, 1997 e 2004; SILVA e ARAÚJO, 2000; SILVA et al., 2006).

Devendra e Burns (1980), Medeiros et al. (1991, 2004, 2006a e b) e Ribeiro (1998) afirmam que as taxas de parição são razoavelmente altas para a maioria das raças caprinas em boas condições e que a Anglo-nubiana apresenta umas das maiores taxas de parição.

Azevedo (1982), Sousa e Santos (1999), Silva (2005) e Silva et al. (2006) comentam que, pelas condições de adaptação e de produção, a raça Anglo-nubiana, nas condições do Nordeste do Brasil, torna-se uma das mais aconselhadas para programas de cruzamento com caprinos nativos nacionais. Segundo Oliveira et al. (2009) na Bahia os caprinos da raça Anglo-nubiana criados sob sistema semi-intensivo apresentam desempenho ponderal satisfatório para produção de carne, por serem muito rústicos.

O cruzamento das raças nativas do Nordeste do Brasil (Moxotó, Canindé, Repartida, Marota e Gurgueia) com as raças exóticas de aptidão leiteira, tanto do tronco africano (Anglo-nubiana) como as do tronco europeu, especialmente as do subtronco alpino (Parda Alpina, Saanen e Parda Alemã), nas condições semi-áridas do Nordeste, constitui a maneira mais rápida de melhorar geneticamente os caprinos nativos (FIGUEIREDO et al., 1982; FERNANDES et al., 1985; PIMENTA FILHO e RIBEIRO, 1995; SILVA e ARAÚJO, 1998, 2000 e 2001; SILVA, 2006).

Vários autores, tais como Vieira (1984), Ribeiro (1998) e Medeiros et al. (1990, 1991, 1992, 1997, 2004 e 2006a e b) apontam a raça Anglo-nubiana como uma das mais recomendadas para as condições do Brasil Central, por ser oriunda de clima tropical e por apresentar uma produção de leite e carne superior às raças nativas e tipos comuns nacionais. Além de ser uma raça muito fértil, apresenta uma alta taxa de prolificidade (DEVENDRA e BURNS, 1980; ALVES, 1986; SILVA e ARAÚJO, 2000).

Medeiros et al. (1990, 1991, 1992, 2004 e 2006a e b), no Estado do Rio de Janeiro, trabalhando em regime de criação semi-intensivo, registraram um bom desempenho dos caprinos Anglo-nubianos puros, no que se refere ao desenvolvimento ponderal e alguns aspectos reprodutivos (fertilidade, prolificidade e intervalo de partos).

No Estado de São Paulo, Sanches Roda et al. (1995), trabalhando em regime de criação extensivo, verificaram um melhor desempenho do caprino Anglo-nubiano, comparado ao nativo Moxotó, no que se refere ao peso ao nascimento das crias e a taxa de prolificidade.

Vários trabalhos realizados em diferentes regiões têm demonstrado a superioridade do animal $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ nativo sobre o nativo, relativo ao desenvolvimento ponderal (WILSON et al., 1980; FIGUEIREDO et al., 1982; SANTOS et al., 1984; FERNANDES et al., 1985; MEDEIROS et al., 1990 e 1992; CARDELINO, 1996), em diferentes sistemas de criação. Esta inclinação está relacionada, possivelmente com a carga genética transmitida pelo Anglo-nubiano e certamente a diferença fenotípica dos cabritos mestiços Anglo-nubiano + comuns, comparado aos comuns, no que se refere ao desenvolvimento ponderal, o que deve ser mais evidente, com a melhoria das condições de alimentação, aspectos sanitários e manejo geral do rebanho (CARDELINO, 1996).

Santos et al. (1984), no Estado de São Paulo, registraram um bom desempenho dos caprinos Anglo-nubianos puros e mestiços $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Moxotó, quando comparados com animais nacionais, da raça Moxotó, no que se refere ao desenvolvimento ponderal. A utilização da Anglo-nubiana como raça melhoradora sobre o caprino da raça nativa Moxotó, em termos de peso ao nascer, ao desmame e no abate, levou aumentos nas médias de pesos da ordem de 13,3; 34 e 45%, respectivamente.

Medeiros et al. (1990 e 1992), no Estado do Rio de Janeiro, trabalhando em sistema semi-intensivo de criação, verificaram bom desempenho dos caprinos Anglo-nubianos e mestiços $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ SPRD (sem padrão racial definido), no que se refere a peso ao nascimento, à desmama (3 meses de idade), aos 6, 9 e 12 meses quando comparados aos dos pesos obtidos pelos cabritos SPRD, nos diferentes estádios de crescimento. Esses mesmos autores afirmam que a utilização da raça Anglo-nubiana como raça melhoradora sobre caprinos comuns, em termos de peso ao nascer, à desmama, aos 6, 9 e 12 meses de idade, levou a aumentos na média de pesos da ordem de 22,9; 39,8; 30,0; 31,0 e 31,3%, respectivamente.

Andrade (1999), estudando um rebanho de caprinos mestiços (1/2 Pardo Alpina x Moxotó) na Região Nordeste do País, observaram bom desempenho com e relação à produção de leite em comparação com as matrizes da raça nativa Moxotó. Esses resultados relativamente favoráveis parecem ser devidos à heterose resultante dos cruzamentos, o que talvez indique que estes seriam uma alternativa para diminuir o efeito do ambiente, utilizando para isso os animais nativos melhor adaptados ao clima tropical (CARDELINO, 1996).

Silva e Araújo (2000), avaliando características produtivas de cabras mestiças no Nordeste brasileiro, observaram que os animais apresentavam prolificidade semelhante à dos caprinos nativos da região e que uma maior percentagem de genes de raças européias aumenta o peso e o ganho de peso às diferentes idades.

Segundo Medeiros et al. (1997), por ser a Anglo-nubiana uma raça tropical, de dupla utilidade, além de apresentar um desempenho produtivo superior aos caprinos SRD no Estado do Rio de Janeiro, seria interessante selecionar indivíduos com maior capacidade leiteira,

aliada às boas normas de manejo. Isto para incrementar mais o desempenho dos caprinos Anglo-nubianos; como também a utilização desta, no Estado do Rio de Janeiro como “raça base”, em programas de cruzamento e/ou no desenvolvimento de novos tipos ou raças, a partir de fecundações cruzadas, com raças mais especializadas em produção láctea, comumente as européias.

Prucoli et al. (1981) asseveram que as raças Moxotó e Anglo-nubiana, em contraste com a Toggenburg, adaptaram-se melhor às condições extensivas de criação a que foram submetidas, no Estado de São Paulo.

Medeiros et al. (2001 e 2002a), no Estado do Rio de Janeiro, observaram que o estresse térmico pelo calor pareceu afetar mais os caprinos da raça Parda Alemã do que os caprinos da raça Anglo-nubiana, visto que os caprinos do tronco africano mantiveram a temperatura, frequência respiratória e cardíaca em um nível mais baixo, por conseguinte apresentaram menor desconforto térmico, comparado ao Alpino. Isto indica que deve haver diferença fisiológica dos caprinos, durante a época quente e chuvosa no Município do Rio de Janeiro (caracterizado como uma região de clima tropical úmido). Nesse mesmo Estado, Medeiros et al. (2002b) verificaram que houve diferenças significativas entre os caprinos do tronco europeu, subtronco alpino (Saanen e Parda Alemã) e do tronco africano (Anglo-nubiana) no que se refere ao comportamento fisiológico mediante algumas provas de adaptabilidade. A raça do tronco africano apresentou o melhor índice de adaptabilidade, evidenciando que as diferenças fisiológicas entre estes dois troncos devem ser de caráter genético de atributo anatomofisiológico, que afetam a termorregulação dos animais.

Medeiros et al. (2006c e 2008), trabalhando com essas mesmas raças, em ambientes diferentes (instalações totalmente cobertas, parcialmente cobertas e sem cobertura com exposição direta ao sol), concluíram que a incidência da radiação solar indireta e principalmente a direta, tanto pela manhã como no período da tarde, afetaram menos os caprinos da raça Anglo-nubiana do que os da raça Parda Alpina e Saanen, que se revelaram mais sensíveis ao estresse térmico.

Oliveira (2004) estudando os aspectos genéticos das características adaptativas de cabras leiteiras, em diferentes cabris e localidades (Região Sudeste e Nordeste do país), reporta que a temperatura retal entre os diferentes tipos raciais não foi significativa. Já as respostas para a frequência respiratória foram mais baixas (43,16 resp./min) na Anglo-nubiana que nos demais tipos raciais, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina, Parda Alpina e Saanen, respectivamente (51,14; 59,49 e 64,09 resp./min), sendo significativas. Vale salientar que só foram coletadas amostras da raça Anglo-nubiana em Sobral, Estado do Ceará.

Santos et al. (2005) observaram que independente da raça, exótica ou nativa, o período (manhã e tarde) influenciou sobre os parâmetros fisiológicos dos animais em confinamento. Com relação à temperatura retal os autores relataram não haver diferença significativa entre a raça nativa Moxotó e a raça exótica Boer. Já com relação à frequência respiratória, os autores observaram que a raça Boer apresentou os maiores valores quando comparada com as raças Anglo-Nubiana, Moxotó e Pardo-Sertaneja. Com base nos dados fisiológicos os autores concluíram que os animais da raça Boer e Anglo-nubiana demonstraram alto grau de adaptabilidade às condições semi-áridas quando confinados, assemelhando-se às raças naturalizadas (Moxotó e Pardo-Sertaneja).

Souza et al. (2005) ao avaliarem os parâmetros fisiológicos de diferentes grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD; $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD; $\frac{1}{2}$ Kalahari + $\frac{1}{2}$ SRD; $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD) de caprinos no semi-árido observaram que a temperatura retal não diferiu entre os grupos genéticos e que a frequência respiratória apresentou-se superior no grupo genético ($\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD) e inferior nos grupos ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD), demonstrando que os animais do grupo ($\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD) necessitavam

de maior esforço para manter a sua homeotermia e que os grupos ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ SRD e $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD) se apresentavam naquelas condições como os mais adaptados.

Silva et al. (2005a) avaliando o efeito climático sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no Semi-árido paraibano, salientam que os caprinos mestiços de primeira geração (F1) Anglo-nubiano x SPRD encontram-se bem adaptados às condições climáticas da região. Contudo, a concentração espermática é reduzida na época mais quente do ano.

Segundo Silva et al. (2006), caprinos das raças Boer, Savana, Anglo-Nubiana e Moxotó, submetidos a teste de tolerância ao calor, demonstraram-se fisiologicamente bem adaptados às condições climáticas do Semi-árido do Brasil.

Resultados obtidos por Coelho et al. (2006), trabalhando com machos Saanen em região litorânea do Ceará, caracterizado como quente e úmido, demonstraram que estes não são tolerantes à elevação da temperatura ambiente, mesmo sendo criados em sistema intensivo. Nessa mesma região, Salles (2010) cita que bodes dessa mesma raça, explorados também em sistema intensivo, sofrem influências severas das condições climáticas adversas, mostrando baixa adaptabilidade desta raça ao clima. A frequência respiratória foi elevada pela manhã e à tarde (64,9 e 73,1 resp./min, respectivamente).

De acordo com Salles (2010), baseando-se nos dados climáticos e nas repostas fisiológicas, pode-se concluir que bodes Saanen estão susceptíveis ao estresse térmico, em qualquer época do ano, onde o período de transição seco-chuvoso é o mais crítico e, independente da época do ano, o turno da tarde causa maior desconforto ambiental para os animais, na região litorânea do Ceará, Nordeste do País.

Brown et al. (1988) observaram que a produção diária de leite em cabras Alpinas diminuía quando a temperatura do ar se elevava de 20°C para 34°C. Já nas Nubianas a diminuição da produção diária nestas condições foi bem menor comparativamente.

Estudos com caprinos das raças Saanen, Anglo-Nubiana e Alpina, em clima tropical, indicaram que, além da baixa produção, alguns componentes do leite, como a gordura e sólidos totais, apresentaram valores menores que aqueles das mesmas raças em clima temperado, devido à dieta inadequada e à temperatura elevada do ar (JUARÉZ, 1986).

BRASIL et al. (2000) avaliaram cabras Alpinas em câmara climática, considerando dois níveis de temperatura: termoneutralidade (em torno de 22°C) e estresse térmico (27-34°C). As cabras apresentaram produção média maior (1,35 e 0,69kg, de manhã e à tarde respectivamente) sob termoneutralidade do que sob estresse térmico (1,26 e 0,67kg respectivamente). Os autores ainda observaram que os animais estressados apresentaram menores teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite.

É essencial definir e realizar estratégias que visam promover a utilização de machos e fêmeas para reprodução, condizentes com os objetivos de seleção para os sistemas de criação de caprinos leiteiros ou de carne, de acordo com a decisão dos produtores, consumidores ou em função da raça e fatores ambientais (TABBAA e AL-ATIYAT, 2009).

Parece ser importante unir diversas variáveis em um modelo espacial que configure os fatores mais importantes à produção animal (ORAVCOVA et al. 2005; JOOST et al., 2010; McMANUS et al., 2010; CAMPBELL et al., 2010; SKONHOFT et al., 2010), espacializar os fatores físicos, climáticos e socioeconômicos que melhor discriminam a produção de caprinos leiteiros no Brasil (LOPES, 2011).

Segundo Krug (2001) as principais restrições ao desenvolvimento de produção láctea são a falta de um sistema de informação que contenha dados socioeconômicos, de mercado e tecnologias. A falta de estudos socioeconômicos sobre sistemas regionalizados de produção, a falta de pesquisa de módulos de produção mais rentáveis por região de produção, além da falta de modelos de simulação e mapeamento das áreas de produção de leite são fatores totalmente aplicáveis a caprinocultura. Coadunando em parte com Borges e Bresslau (2003),

Herrero, et al. (2009 e 2010) que salientam que as características socioeconômicas (produto interno bruto e população) e tecnológicas são os principais fatores que influenciam a produção de caprinos no Brasil. Logo o êxito da produção de pequenos de caprinos depende efetivamente de fatores socioeconômicos, pois, quanto maior a população, o produto interno bruto e a área, maior a demanda por produtos de origem animal e maior também será a produção em áreas adjacentes (HEWITSON et al., 2007; SIBBALD et al., 2008).

A definição dos objetivos de seleção deve ser o primeiro passo na elaboração de um programa de melhoramento genético (DUBEUF e BOYAZOGLU, 2009; LÔBO et al., 2009 e 2010; McMANUS et al., 2011a) para produção de caprinos nos trópicos.

Em programas de melhoramento genético sustentáveis é necessário a compreensão de que os fatores socioeconômicos influenciam a produção animal. Vários programas de melhoramento genético animal têm sido postos em prática, ao longo do tempo, com graus diferenciados de sucesso (FLINT e WOOLLIAMS, 2008; McMANUS et al., 2011b).

Estratégias para aumentar a produtividade dos rebanhos de forma econômica, o que melhora a demanda interna, leva à substituição das importações e, com a simultânea melhoria da qualidade dos produtos, possibilita a exportação (GONÇALVES, 2005).

Considerando que um dos fatores de maior importância para produção de caprinos leiteiros especializados e manejados em sistema intensivo é a alimentação, devem-se buscar alternativas para o máximo aproveitamento do potencial produtivo das gramíneas tropicais, num ponto tal que seja produzido o máximo de nutrientes por unidade de área. Entretanto, cada realidade depende de soluções apropriadas às condições de solo, clima e relevo, dentre outras condições (GONÇALVES et al., 2008).

A cadeia produtiva do leite caprino apresenta-se bastante localizada em determinadas regiões do País e, possui forte dependência dos programas governamentais. A regionalização pode ser contornada com ações de melhoramento específicas para cada local. Todavia, uma vez que os programas governamentais podem mudar para outro, é gerada uma dependência temporal que não permite estratégias em longo prazo, que normalmente são necessárias no melhoramento animal. É necessário fortalecer este segmento e torná-lo mais sustentável, independente dos subsídios econômicos (LÔBO et al., 2009).

Lopes (2011) salienta que os fatores que afetam a produção e a produtividade de caprinos na região Nordeste podem não ser os mesmos que influenciam as mesmas características nas regiões Sul e Sudeste. Isto porque, o Brasil possui extensão territorial de dimensões continentais, bem como diversidade edafoclimática e vegetativa. Os sistemas agropecuários apresentam peculiaridades que os diferenciam entre si, quando comparadas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil, além de uma diferença marcante nos aspectos econômicos, sociais e culturais em relação às regiões. Neste contexto, segundo o autor, as análises evidenciaram distinções entre as regiões político administrativas do Brasil. As variáveis climáticas foram os mais importantes na discriminação entre as regiões brasileiras. A heterogeneidade dos componentes climáticos, físicos e socioeconômicos evidenciou peculiaridades em cada região. Portanto, é preciso introduzir programas de melhoramento genético animal que atenda as necessidades de cada região.

2.6 Influência do Clima sobre a Temperatura Corporal/Retal, Frequência Respiratória, Frequência Cardíaca, Temperatura Superficial e da Pele

Dentre os efeitos do clima sobre as reações fisiológicas dos animais em regiões tropicais, a elevada temperatura ambiente, a umidade do ar e a radiação solar direta são elementos estressantes, normalmente associados ao baixo desempenho dos ruminantes (SILVA, 2000; BACCARI JÚNIOR, 2001; PIRES et al., 2003; PIRES, 2006; SOUZA, 2007; MORAIS et al., 2008; FARIAS et al., 2009; SALLES, 2010).

O chamado estresse térmico pelo calor gera uma série de reações involuntárias que acabam prejudicando o bom funcionamento do organismo do animal. Fora da zona de conforto térmico, ocorre um aumento da temperatura corporal e da circulação nas zonas periféricas, vaso-dilatação, aumento da frequência cardíaca e da respiratória, além da maior sudação, alterações no movimento ruminal, nos parâmetros hematológicos, etc. Tudo isso acaba gerando uma queda metabólica, redução do consumo de alimentos, aumento no consumo de água e diminuição dos aspectos reprodutivos e produtivos. Esta situação tem sido observada em todas as espécies de animais de produção, entre essas a caprina (ARRUDA et al., 1984; ARRUDA e PANT, 1985; PANT et al., 1985; MEDEIROS et al., 1989, 2001, 2002a e b, 2006c, 2007 e 2008; GAYÃO, 1992; VILAR FILHO et al., 1993; OLIVEIRA e LIMA, 1994; EMESIH et al., 1995; BACCARI JÚNIOR et al., 1996a e b, 1997; NUNES et al., 1997; BRASIL et al., 2000; SANTOS e SIMPLÍCIO, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; SILVA et al., 2005a; SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2005; COELHO et al., 2006; SILVA et al., 2006; FURTADO, 2007; GOMES et al., 2008; MORAIS et al., 2008; SOUZA et al., 2009a e b; FARIAS et al., 2009; SILVA et al., 2008 e 2010; SALLES, 2010).

Sob condições de estresse térmico, os animais, entre esses os caprinos, lançam mão de mecanismos fisiológicos de perda de calor para manter a homeotermia. Porém na dependência da intensidade do estresse térmico, podem apresentar uma temperatura corporal elevada, ou seja, uma hipertermia (ARRUDA e PANT, 1985a e b; PANT et al., 1985; GAYÃO, 1992; BRASIL et al., 2000; SILVA, 2000; MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b, 2006c, 2007 e 2008; OLIVEIRA, 2004 e 2007; SANTOS et al., 2005; COELHO et al., 2006; SIVA et., 2006; FURTADO, 2007; MORAIS et al., 2008; FARIAS et al., 2009; SALLES, 2010).

Quando a temperatura retal aumenta, em virtude da ação conjunta dos efeitos ambientais, são ativados mecanismos de controle do animal para restabelecer o equilíbrio de suas funções vitais, entre estes a frequência respiratória. Segundo Curtis (1983), Kolb (1987), Schmidt-Nielsen (1996), Cunningham (1999), Silva (2000), Pereira (2005), Reece (1996), Dukes e Swenson (2006) e Furtado (2007) a frequência respiratória é o mecanismo fisiológico mais utilizado pelos animais com intuito de trocar calor com o meio ambiente, para diminuir a temperatura corporal. Em outras palavras, a habilidade de muitos animais para desenvolver-se sob condições quentes baseia-se nas respostas compensatórias, tais como um aumento da temperatura retal e da atividade respiratória. No entanto, uma condição satisfatória de eliminação de calor é providencial para esses animais (OLIVEIRA, 2004 e 2007; SILVA et al., 2006). Entre os mecanismos mais importantes para essa dissipação está a evaporação, tanto cutânea como respiratória (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007).

A elevação da frequência respiratória em caprinos, como em outras espécies de animal de produção, sob estresse térmico é uma resposta para o aumento da temperatura corporal, como mecanismo fisiológico de eliminação do calor corporal por evaporação, via pulmonar (ARRUDA e PANT, 1985a e b; PANT et al., 1985; MEDEIROS et al., 2001, 2002b, 2007 e 2008; OLIVEIRA, 2004 e 2007; SILVA, 2006; LIGEIRO et al., 2006).

Valores normais de frequência respiratória para caprinos situam-se entre 12 e 25 movimentos por minuto (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; GÜTLER et al., 1987; DUKES e SWENSON, 2006). Para Gütler et al. (1987) frequência respiratória em caprinos em condições normais apresenta um valor médio de 15 movimentos respiratórios por minuto. Segundo Domingues (1968), Jardim (1977), Faria (1979) e Cunningham (1999) a frequência respiratória em caprinos adultos varia de 12 a 20 movimentos por minutos. Para Reece (1996) a frequência respiratória é um excelente indicador do estado de saúde quando adequadamente interpretada, já que pode ser influenciada por vários fatores como: espécie, raça, exercícios, excitação, idade, gestação, estado de saúde e fatores ambientais.

O acréscimo da umidade de ar de 37% para 96%, sob uma temperatura média do ar de 33°C influenciou o aumento da frequência respiratória, em resposta ao aumento da

temperatura hipotalâmica, ativando o resfriamento seletivo do cérebro feito pela carótida em caprinos (JESSEN e PONGRATZ, 1979).

Além da temperatura e umidade do ar, a qualidade do alimento também influenciou a resposta da frequência respiratória, constatado por KASA et al. (1995), em caprinos da raça Saanen. Os autores verificaram que um incremento no nível de ingestão de alimento durante exercícios seguia-se a um aumento significativo da frequência respiratória, da temperatura retal e das temperaturas das superfícies da garupa e do lombo.

Segundo Singh e Roy (1963), as cabras duplicam sua frequência respiratória quando a temperatura se eleva 0,3°C acima da zona de conforto térmico, havendo também um ligeiro aumento da frequência cardíaca.

O aumento da temperatura corporal incrementa a frequência respiratória, promovendo a troca de calor que ocorre entre o sangue venoso, que vem da mucosa nasal, e o arterial que irriga o cérebro. Assim, em caprinos o resfriamento seletivo do cérebro tem alta correlação com a perda de calor por evaporação respiratória (KUHNEN e JESSEN, 1991 e 1994). O resfriamento seletivo do cérebro está inativo quando a temperatura do sangue é menor que a do cérebro, e é ativado quando a temperatura do sangue se eleva a 39°C.

De acordo com os resultados de Ahmed e El Kheir (2004), o desempenho adaptativo de caprinos do deserto é importante para a manutenção da temperatura corporal, principalmente através da ofegação e de uma eficiente economia de água, através da redução da perda evaporativa e da habilidade de concentrar a urina e as fezes. Observaram ainda que o apetite dos animais não foi alterado pela restrição de água, quando o balanço energético do metabolismo se igualava sob uma baixa qualidade de alimento. Entretanto, alimento de boa qualidade pode impor um requerimento adicional de água, para a eliminação dos produtos finais do metabolismo.

Caim III et al. (2006), revisando a termorregulação e o balanço de água em ungulados do deserto, relataram que os caprinos podem sobreviver com perda de até 30-40% da massa corporal. Sob severa desidratação (20-30% da massa corporal), os caprinos perdem pouca água do plasma sanguíneo ou tem a habilidade de desviarem a água de outros compartimentos corporais para manter o volume do plasma suficiente para prevenir uma queda na circulação sanguínea.

A termólise evaporativa tem um incremento de 50,3% nos animais expostos a sol em relação quando protegidos da radiação solar. Que por sua vez deve-se isso as altas temperaturas radiantes nesse ambiente. Tornando-se responsável em média por 62,2% da perda térmica total nos animais ao sol. E representou a única alternativa possível para a perda de calor quando os animais da raça Saanen estão ao sol sob temperaturas radiante média acima de 35,6°C (OLIVEIRA, 2007). O mesmo autor salienta que sob o sol, o calor sensível passa a ser ganho de energia térmica, principalmente pela radiação. E sob alta umidade, aumenta sua importância tornando-se uma forma de perda térmica. Entretanto, este mesmo autor afirma, ainda, que, a termólise evaporativa nas cabras Saanen não foi suficiente para proporcionar o equilíbrio térmico ao sol em temperaturas radiantes acima de 55°C. Portanto, o fornecimento de sombra aos caprinos que vivem em ambiente tropical é de suma importância, sobretudo porque facilita a eficiência dos mecanismos de trocas térmicas, além de atenuar o ganho de calor por radiação pela alta carga térmica radiante.

Outra forma de reduzir a perda de água do organismo é diminuir a taxa evaporativa, como observado por Kuhnen (1997), quando o mecanismo seletivo de resfriamento do cérebro das cabras estava ativo, a evaporação respiratória passava de 65,02 g.h-1°C-1 para 100,83 g.h-1°C-1, quando inativo. A importância desse mecanismo nos caprinos também foi relatada por Baker e Nijland (1993) e Jessen et al. (1998). Estes últimos autores demonstraram que em caprinos desidratados o resfriamento seletivo do cérebro foi ativado

quando a temperatura do sangue excedeu 39,5°C, o que contribui para menor perda evaporativa.

O mecanismo de resfriamento do cérebro tem uma importante função termorreguladora e seria como um interruptor para acionar a termólise evaporativa. Por isso, este mecanismo se torna dependente da disponibilidade da água corporal (MITCHELL et al., 2002). Segundo esses autores, como evidência da heterotermia adaptativa, relataram que a temperatura corporal se altera, podendo o animal estocar calor, quando exposto a um estresse térmico e assim, conservar sua água corporal.

Cabras beduínas do Norte da África, quando bem hidratadas, apresentam uma perda de 1,08g por quilograma de peso corporal por hora e, sob carência de água, perdem 0,55g.kg⁻¹.h⁻¹ (LOUW, 1993). Esses animais desenvolveram a capacidade de armazenar no organismo certa quantidade de energia térmica durante o dia, de maneira a reduzir a necessidade de evaporação para resfriamento. Assim, a temperatura interna eleva-se durante o dia até um limite máximo, sendo depois dissipada durante a noite, quando a temperatura do ambiente é geralmente muito inferior à corporal.

Na evaporação no aparelho respiratório, o ar inspirado em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, pois o ar expelido é quase saturado de vapor de água, o que contribui para perda de calor para aumentar essa evaporação. Quando os demais aspectos do aparelho termorregulador não são suficientes para evitar a elevação da temperatura do corpo, o animal acelera o ritmo respiratório. Esta aceleração, que nos caprinos e bovinos pode elevar o número de movimentos respiratórios, de 20/25 por minuto no ritmo normal para mais de 100/150 por minutos, é a primeira reação do animal demonstrando dificuldade na manutenção do equilíbrio térmico (KOLB, 1987; McDOWELL, 1989; SILVA, 2000).

Segundo Hafez (1973), McDowell (1989), Faria (1979), Curtis (1983), Kolb (1987), Cunningham (1999), Schmidt-Nielsen (1996), Silva (2000), Dukes e Swenson (2006) e Furtado (2007) a aceleração do ritmo respiratório acarreta vários efeitos indesejáveis. Um deles é a diminuição da reserva alcalina do sangue, uma vez que a grande quantidade de ar expirado determina (fator principal) uma perda/diminuição excessiva de dióxido de carbono do sangue, provocando uma alcalose respiratória (um processo fisiopatológico básico ou tendência que favorece o desenvolvimento da alcalemia, caracterizado pelo sangue com pH > 7,44 é causada pela alcalose, a qual, em contraste não se refere ao pH) e perturbando o sistema compensador que evita alterações na acidez do sangue. O aumento da frequência respiratória tende a interferir na ventilação alveolar a qual subseqüentemente altera o pH, e às concentrações de dióxido de carbono e oxigênio no sangue (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

Kolb (1987), e Dukes e Swenson (2006) salientam que este inconveniente não atinge maior proporção porque na respiração acelerada há diminuição da quantidade de ar inspirada em cada movimento, à respiração é menos profunda em relação ao ritmo normal.

Outro inconveniente da aceleração da respiração é que uma taxa elevada de movimentos respiratórios implica em grande atividade muscular do animal, a qual, aumentando conseqüentemente a sua produção de calor, anula em parte o seu objetivo, acarretando um verdadeiro círculo vicioso. Acarreta ainda excessivo trabalho dos pulmões (acréscimo no calor armazenado nos tecidos, devido ao trabalho acelerado dos músculos respiratórios) e coração (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; REECE, 1996; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000; PEREIRA, 2005; FURTADO, 2007).

O ofego tem duas desvantagens claras, uma é que o aumento da ventilação facilmente causa uma perda excessiva de dióxido de carbono dos pulmões, o que resulta em alcalose severa e a outra é que o aumento da ventilação requer trabalho muscular, o que, por sua vez, aumenta a produção de calor, adicionando-se, pois, à carga de calor. A tendência para desenvolver alcalose respiratória pode ser em parte neutralizada, passando-se a uma

respiração mais superficial (menor volume corrente) com uma frequência aumentada, de modo que o aumento na ventilação ocorra em grande parte no espaço morto do trato respiratório superior. Entretanto, animais que ofegam muito intensamente tornam-se, com regularidade, gravemente alcalóticos e, portanto, não utilizam completamente a ventilação aos espaços mortos (HALES e FINDLAY, 1968; CURTIS, 1983; KOLB, 1987; REECE, 1996; CUNNINGHAM, 1999; SCHMIDT-NIELSEN, 1996; DUKES e SWENSON, 2006).

Para frequência cardíaca Kolb (1987) e Dukes e Swenson (2006) reportam que esta é influenciada pela espécie, raça, idade, exercícios, trabalho muscular e temperatura ambiente, estando em consonância com autores (CURTIS, 1983; CUNNINGHAM, 1999) que salientam que a frequência cardíaca, além variar conforme a espécie, geralmente, nos animais de menor porte, apresentam a frequência cardíaca mais elevada, fato este que está estritamente ligado à intensidade do metabolismo do animal. No contexto, alterações para mais ou menos, podem ser influenciadas pela espécie, tamanho, peso, raça, idade, alimentação, atividade merérica, condições fisiológicas, elementos climáticos, condição social e psicológica dos animais (SILVA, 2000; FURTADO, 2007; SOUZA et al., 2008a e b).

Autores, tais como (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; GÜTLER et al., 1987; DETWEILER, 1988; CUNNINGHAM, 1999; DUKES e SWENSON, 2006) destacam como limite, uma frequência cardíaca de 70 a 80 batidas por minuto para caprinos em repouso. Segundo Detweiler (1988) os dados de frequência cardíacas na literatura científica, na maioria das vezes, são discrepantes, devido às diferentes condições ambientais em que foram obtidas. Jardim (1977) salienta que a frequência cardíaca varia normalmente de 85 a 95 por minuto no caprino novo e de 50 a 80 no adulto. A variação da frequência cardíaca entre animais novos e adultos também foram observados por Medeiros et al. (2001 e 2007) em diferentes grupos genéticos, onde os cabritos novos apresentaram a frequência cardíaca mais elevada que os adultos. Segundo Faria (1979) a frequência cardíaca varia de 70 a 85 pulsações por minuto em caprino adulto em condições normais.

Segundo Furtado (2007) o aumento da frequência cardíaca em ruminantes, entre este o caprino, leva a um aumento da velocidade da circulação do sangue e, quando associada ao aumento da temperatura corporal, contribui para a perda de calor via superfície da pele (região periférica), contribuindo com isso de maneira "modesta" no auxílio da perda de calor corporal. Este autor comenta que a frequência cardíaca, embora sendo um aspecto de menor importância que a frequência respiratória e a temperatura retal, tende a aumentar com a temperatura ambiente; este aumento é às vezes de intensidade moderada, às vezes, de pouca e outras de considerável intensidade; a idéia de que a maior intensidade circulatória, conduzindo maior carga de calor orgânico, seja um fator importante na eliminação do calor corporal, não parece efetiva. Autores, tais como Curtis (1983), Kolb (1987), Schmidt-Nielsen (1996), Cunningham (1999), e Dukes e Swenson (2006) salientam que a frequência cardíaca ainda não foi avaliada efetivamente como um parâmetro fisiológico que contribui com a termorregulação (termólise evaporativa).

A primeira reação dos animais a um ambiente quente é a vasodilatação periférica, resultante da queda da pressão sanguínea com consequente diminuição da frequência cardíaca. Por outro lado, uma elevação da temperatura ao nível do nódulo sino-atrial causa um aumento na frequência cardíaca. O aumento ou diminuição da frequência cardíaca está na dependência da intensidade de estresse a que estão submetidos os animais (GAYÃO, 1992).

A frequência cardíaca reduzida é mais típica em animais sob estresse térmico e está associado com uma taxa reduzida de produção de calor em resposta a temperaturas elevadas (KADZERE et al., 2002). Entretanto, há na literatura vários estudos relacionados aos efeitos deprimentes da ação conjunta dos elementos climáticos sobre a frequência cardíaca dos animais, de modo que à medida que aumenta a temperatura ambiente tem sido registrada a elevação da frequência cardíaca em caprinos (MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b e 2007;

SANTOS et al., 2005; SILVA, 2006; MARTINS JÚNIOR et al., 2007a e b GOMES et al., 2008; SOUZA et al, 2009a e b).

FEISTKORN et al. (1983) averiguaram em caprinos que durante o estresse pelo frio havia um incremento de 200% no metabolismo, associado a um aumento da atividade cardíaca, que elevou sua capacidade em 50% para suprir o O₂ necessário à termogênese. Durante o estresse pelo calor a atividade cardíaca não atingia mais do que 30%, quando a temperatura chegara a 42,5°C e a perda evaporativa respiratória a 3 W.kg-1.

O aumento ou a diminuição da frequência respiratória e cardíaca nos animais é devido a vários fatores, e um deles é o estresse térmico. Vários trabalhos têm demonstrado a influência da temperatura ambiente sobre a frequência respiratória (ARRUDA e PANT, 1985b; GAYÃO, 1992; MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b, 2006c, 2007 e 2008; OLIVEIRA, 2004 e 2007; SILVA, 2006; FURTADO, 2007) e cardíaca (MEDEIROS et al., 2001 e 2007; SANTOS et al., 2005 e 2006, SILVA et al., 2006; FURTADO, 2007; GOMES et al., 2008 SOUZA, 2008a e b, 2009 e 2010; SALLES, 2010) em caprinos. Esses autores salientam que sobre estresse térmico a frequência respiratória e a cardíaca aumentam.

2.7 Influência do Clima sobre a Estrutura Geral da Pele e Taxa de Sudação

A temperatura da pele pode variar independentemente da temperatura retal, pois além de estar relacionada a condições fisiológicas como vascularização da pele e taxa de sudorese, por ser uma temperatura de superfície; dependem principalmente de fatores externos de ambiente como temperatura e umidade do ar, radiação solar e vento. Em geral, em ambiente quente, a temperatura da pele se eleva (GAYÃO, 1992; BACCARI JÚNIOR, 2001; STARLING, 2000; SILVA, 2000; SOUZA, 2003; OLIVEIRA, 2004 e 2007; SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2005; SILVA et al., 2006; MEDEIROS et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

A capa externa do corpo dos animais é uma estrutura derivada da epiderme, constituída pelo pelame (conjunto de pêlos) ou velo (capa de lã) nos mamíferos, que assume uma importância fundamental para as trocas térmicas entre o organismo e o ambiente (SILVA, 2000). Segundo este autor, o estudo das estruturas da epiderme e do pelame tem relações efetiva com a termorregulação.

A pele nos mamíferos domésticos representa uma barreira natural entre o organismo e o meio externo, protegendo o animal dos agentes físicos, químicos e biológicos. Além disso, as suas terminações nervosas por estarem em comunicação constante com o ambiente por meio dos seus vasos, glândulas e tecidos adiposos colaboram na termorregulação do corpo. Dessa forma, o órgão assume fundamental importância nos processos fisiológicos, evolutivos e adaptativos das espécies (CURTIS, 1983; KOLB, 1987; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2006). A estrutura e a espessura da pele dos animais variam nas diferentes espécies segundo a região do corpo e pode ser influenciada pela raça, sexo e idade (DUKES e SWENSON, 2006; CURTIS, 1983; CUNNINGHAM, 1999; SILVA, 2000).

A quantidade de suor produzido depende do número relativo e volume de glândulas sudoríparas ativas e, portanto, o número dessas glândulas por unidade de área epidérmica constitui um dado importante: os animais que vivem em locais constantemente sujeitos às altas temperaturas tendem a apresentar uma maior densidade numérica de glândulas sudoríparas. Entretanto, nem todas as glândulas se acham em atividade em um dado momento, já que o número de glândulas ativas está relacionado com o ciclo de atividades do folículo piloso e também com a idade (SILVA, 2000).

Jenkinson e Robertshaw (1971) verificaram que todas as glândulas sudoríparas ativas entraram em funcionamento quando caprinos foram expostos ao ambiente de 40°C. Entretanto, houve uma diminuição da produção de suor devido à diminuição do volume de

suor dentro da glândula, sendo necessário de 5 a 6 horas para que a glândula voltasse ao nível normal.

A perda cutânea de água entre as descargas de suor se deve à difusão de água através da epiderme (*perspiração* insensível) e não ao processo de sudação propriamente dito. Há muitas observações que apóiam essa hipótese (SILVA, 2000).

As glândulas sudoríparas presentes na pele são responsáveis pela formação do suor, que de acordo com a quantidade de glândulas sudoríparas ativas pode ser produzido em maior ou menor quantidade. Portanto, o número dessas glândulas por unidade de área epidérmica constitui um dado importante, uma vez que os animais que vivem em locais constantemente sujeitos as altas temperaturas tendem a apresentar uma maior densidade numérica de glândulas sudoríparas (SILVA, 2000 e 2006). O número de glândulas ativas está relacionado com o ciclo de atividade dos folículos pilosos e também com a idade. Porém, nem todas estão ativas em um dado momento (SILVA, 2000, PEREIRA, 2005).

As duas características epidérmicas mais estreitamente associadas à eficiência da sudação seria a densidade de irrigação sanguínea e a proporção de folículos ativos; o tamanho das glândulas parece não apresentar importância significativa a esse respeito. A proporção de folículos ativos é duas vezes maior no verão que no inverno (SILVA, 2000).

As características morfológicas do pelame são indicadores da adaptação dos animais ao seu habitat e afetam as trocas de calor entre o animal e o ambiente (CENA e MONTEITH, 1975a; SILVA, 1999; SILVA et al., 2001 e 2002).

O pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, constituindo uma barreira à passagem do fluxo de energia térmica. Assim, para dissipar a energia térmica produzida pelo metabolismo e a recebida do ambiente, o animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica até certo limite, conseqüentemente aumentando a temperatura corporal (SILVA, 1990 e 2000.; SILVA e STARLING, 2003; OLIVEIRA, 2004 e 2007; STARLING, 2005; LIGEIRO et al., 2006).

O aumento da perda de calor cutâneo como resposta imediata à elevação da temperatura da pele pode ser mais importante nos caprinos que nos grandes ungulados, pois por serem de menor tamanho expõem à radiação uma maior área de superfície em relação à massa do seu corpo (BORUT et al. 1979; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006).

Autores, tais como Borut et al. (1979), Finch et al. (1980), Dmi'el e Robertshaw (1983), Goyal e Ghosh (1987) e Choshniak et al. (1995) têm estudado a adaptação dos caprinos às condições de climas desérticos. O aumento da frequência respiratória é uma das primeiras respostas visíveis à elevação da temperatura do ar. No entanto a evaporação respiratória é considerada bem menos expressiva que a cutânea nos animais a campo do que em condições de laboratório (BORUT et al. (1979).

LIGEIRO (2004) observou efeito significativo do comprimento dos pêlos sobre a evaporação cutânea, que apresentou uma média de 69,99 W. m⁻² em cabras leiteiras.

Sabe-se que pelames bem assentados e pouco densos possuem menor resistência à transferência de vapor que aqueles densos e espessos (CENA e MONTHEITH, 1975a e b), os quais possibilitam maior taxa de transferência de energia térmica resultante da sudação, em razão da menor resistência à difusão do vapor, e, conseqüentemente, adaptam-se melhor às elevadas temperaturas e ao excesso de radiação em ambiente tropical.

De acordo com Silva (1999) os animais mais adequados para serem criados a campo aberto em regiões tropicais devem apresentar pêlos curtos, de cor clara e com uma epiderme bem pigmentada, o que proporcionaria proteção necessária contra a radiação ultravioleta.

Silva (2000) considera os seguintes aspectos envolvendo o tipo de pelame e adaptação, quais sejam: 1) *isolamento térmico* – efeito do pelame na termólise por condução, convecção e radiação; 2) *eficiência da termólise evaporativa* – efeito do pelame sobre a transferência de calor latente de evaporação da epiderme para atmosfera; 3) *atributos termorreguladores*

correlacionados – características do pelame que são associadas a mecanismos termorreguladores (por exemplo, a associação entre o tipo de pelame e as dimensões e nível de atividade das glândulas sudoríparas); 4) *atributos não-termorreguladores associados* – associação do tipo de pelame com a produção, ganho de peso, reprodução e outras características não ligadas diretamente à termorregulação.

A quantidade de água evaporada do corpo de um animal depende de diversos fatores, conforme o local de evaporação. No sistema respiratório são importantes o volume de ar respirado, a temperatura corporal e a umidade do ar inspirado; na superfície da epiderme, a velocidade do vento, a temperatura da superfície, a umidade atmosférica, a taxa de transferência de água do interior do corpo para a superfície, a capa de cobertura (STARLING, 2000; SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003).

Entre os aspectos que interessam diretamente aos organismos que vivem em ambientes tropicais, destacam-se os relacionados à proteção contra a radiação solar e a eficiência na termólise (SILVA, 1989 e 2000; OLIVEIRA, 2004 e 2007; MEDEIROS et al., 2007). Os primeiros envolvem a posse de um pelame de características altamente reflectante à radiação térmica e de ondas curtas, conjugado com uma epiderme de elevada emissividade nessas faixas de onda, o que implica em altos níveis de atividade melanogênica. Já a eficiência da termólise envolve diversas características do pelame (pequena espessura da capa; pêlos curtos e bem assentados) e uma elevada capacidade de sudação (SILVA, 1990).

Como já foi dito, as características morfológicas do pelame estão diretamente relacionadas às trocas de calor sensível (GEBREMEDHIN et al., 1983 e 1997; CENA e MONTEITH, 1975a e b) e à perda de calor latente (HOLMES, 1981; CENA e MONTEITH, 1975c), podendo influenciar os aspectos produtivos desses animais (KING et al., 1988; HANSEN, 1990; GOODWIN et al., 1995 e 1997; HILLMAN et al., 2001). Entre essas características destacam-se: cor do pelame, espessura da capa, comprimento médio dos pêlos, número de pêlos por unidade de área, diâmetro médio dos pêlos e pigmentação da epiderme.

Segundo Silva e Starling (2003) animais com pelagem espessa, tendem a apresentar uma temperatura da epiderme mais elevada, devido à maior dificuldade de perder calor através da forma sensível. Em consequência, ocorre o aumento da perda de calor pelo processo via evaporativa (sudação e aumento da frequência respiratória).

As características do pelame são muito importantes para a evaporação cutânea. Conforme essas características, a sudação pode ser mais ou menos eficiente e os pêlos podem afetar a transferência térmica por evaporação. Devido a isso, os animais próprios de ambientes quentes e secos apresentam capas mais espessas que aqueles que vivem em ambientes úmidos, os quais tendem a apresentar pelames esparsos e oferecem menos resistência à passagem do vapor (SILVA, 2000; SILVA e STARLING, 2003; MAIA et al., 2003; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006).

Apesar de o pelame constituir uma barreira quanto à perda de água, é necessário que animais que vivem em ambiente tropical tenham uma produção de suor considerável, propiciando um resfriamento corporal que é providencial para sua termorregulação (OLIVEIRA, 2007).

Ligeiro et al. (2006), demonstraram que a perda de calor latente por evaporação cutânea está associada com as características morfológicas do pelame, sendo pelames menos espessos e de coloração clara favoráveis a termólise. Os autores avaliando a perda de calor por evaporação cutânea associada às características do pelame de caprinos mestiços $\frac{1}{2}$ Bôer + $\frac{1}{2}$ Saanen, Saanen e Alpina, salientam que os resultados indicam que os caprinos possuem pelame menos denso que o de bovino, formado por pêlos finos e compridos, características amplamente favoráveis em ambientes quentes, pois permitem maior movimentação do ar entre os pêlos, removendo o ar aprisionado no interior da capa. Consequentemente, a perda de calor é afetada efetivamente na ocorrência de movimentação do ar dentro da camada de pêlos,

situação que se torna o principal mecanismo de transferência de calor (GEBREMEDHIN et al., 1983; CENA e MONTEITH, 1975a).

Segundo Cena e Monteith (1975a) Silva et al. (2001), o ganho de energia térmica e o grau de permeabilidade à radiação na superfície do pelame, não são determinados pela cor deste último, mas também pela estrutura e disposição dos pêlos.

A coloração branca dos pelames apresenta maior refletância (SILVA et al. 2003). De acordo com Silva et al. (2001) esse fato leva a maioria dos pesquisadores a aceitar a vantagem adaptativa dos pelames claros em ambientes tropicais. Entretanto, os resultados obtidos por esses autores demonstraram que nessas colorações existe maior transmissão de ondas curtas, ressaltando que a despeito da maior absorvância para a radiação térmica, epidermes de coloração escura oferecem uma proteção bastante eficaz contra a radiação ultravioleta, em relação às epidermes claras ou despigmentadas.

A cor do pelame pode ser importante para o calor absorvido a partir da radiação solar, o qual apresenta intensidade máxima no intervalo visível. Cerca de metade da energia contida na radiação solar cai dentro do que é chamado de luz visível. É importante para o equilíbrio térmico se essa luz é absorvida ou refletida. Quando expostos à radiação solar direta os animais de pelame de coloração escura absorvem uma quantidade maior de energia incidente que a de pelame de coloração clara (SILVA, 2000; MEDEIROS et al., 2007).

Os animais de pelame branco possuem um percentual de absorção menor e uma reflexão maior de calor quando comparados aos animais de pelame escuro, que apresentam uma maior absorção para radiação solar, armazenando assim maior quantidade de energia térmica, o que resulta, talvez, em maior desconforto térmico comparado aos animais de pelame branco, mesmo em radiação solar difusa (MEDEIROS et al., 2007).

Arruda e Pant (1985a) e Pant et al. (1985) observaram que caprinos de pelame preto apresentaram maior absorção de calor através da pele, conseqüentemente, maior frequência respiratória.

Acharya et al. (1995) estudaram as características do pêlo de caprinos em relação à tolerância térmica nos trópicos quentes, dividindo-os em dois grupos, pêlos curtos e pêlos longos. Observaram que caprinos de pêlos longos toleravam melhor o calor radiante que caprinos de pêlos curtos. Similarmente, caprinos de pelagem branca apresentaram menor estresse térmico que os de pelagem preta e marrom, de acordo com as respostas fisiológicas encontradas.

Hermiz et al. (1998) observaram um efeito significativo da coloração do pelame sobre o desenvolvimento corporal de cabritos durante a fase pré-desmama e também sobre a produção total de leite nas cabras de raças locais do Iraque. Segundo os seus resultados, cabras brancas tenderiam a apresentar produções mais altas.

Oliveira (2004) trabalhando em diferentes localidades do país, concluiu que o valor encontrado para o comprimento médio dos pêlos e o ângulo de inclinação em caprinos é favorável à proteção contra radiação solar, que é elevada nas regiões estudadas (Sudeste e Nordeste). A espessura da capa e comprimento médio dos pêlos, favoráveis ao ambiente tropical e diferenças significativas entre os locais de colheita, evidenciou o poder adaptativo da espécie.

Medeiros et al. (2007) trabalhando com caprinos SPRD (sem padrão racial definido), no Estado do Rio de Janeiro, observaram que os caprinos de pelame branco foram mais resistentes ao estresse térmico do que os de pelame preto (ambos com epiderme escura), à sombra. Segundo esses autores, as características morfológicas, como pequena espessura da capa, um pelame com pêlos bem assentados, curtos, medulados e um pelame de cor clara, acompanhada de uma epiderme altamente pigmentada ou escura, parecem ser uma combinação ideal para os trópicos, para animais manejados a campo aberto. Tais características físicas do pelame favoreceriam as trocas térmicas de calor sensível (convecção

cutânea e radiação) e as perdas de calor latente (evaporação na superfície cutânea) para o ambiente, e os altos níveis de melanina na epiderme dariam a proteção necessária contra a radiação ultravioleta. Esta explanação está em consonância com as de Sousa Júnior et al. (2008) que observaram que caprinos de pelagem clara e pele pigmentada, são a melhor combinação para as regiões de clima quente, pois reflete parte da radiação solar incidente sobre a superfície do animal e a outra fração que não é refletida pode ser filtrada pela melanina, protegendo os animais de lesões cutâneas.

Gayão (1992) determinou para cabras Saanen em ambiente termoneutro taxas de sudação da ordem de 18,94 a 30,55 $\text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$ e valores mais altos (26,77 a 60,08 $\text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$) sob estresse térmico.

Para cabras Saanen e Alpinas, Baccari Júnior et al. (1996a e b, 1997) relataram taxas de sudação mais elevadas para os animais sob estresse térmico em comparação em ambiente termoneutro.

Oliveira (2004) obteve uma média de sudação de $178,53 \pm 6,14 \text{ gm}^{-2}\text{h}^{-1}$ em caprinos (Saanen, Parda Alpina, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina e Anglo-nubiana), usando o método colorimétrico de SCHLEGER e TURNER (1965), temperaturas entre 22 e 33°C, em diferentes regiões do Brasil. O autor estimou herdabilidade de 0,32 para sudação, indicando que a característica pode ser submetida à seleção.

A cabra possui uma grande capacidade de sudação, assim a evaporação cutânea se apresenta como um eficiente mecanismo de perda de calor (OLIVEIRA, 2004 e 2007).

No entanto, a condição em que o animal se encontra é determinante. Resultados obtidos por OLIVEIRA (2004) demonstraram que animais ao sol despendem duas vezes mais calor latente que à sombra, $115,25 \pm 10,55 \text{ W. m}^{-2}$ e $58,32 \pm 5,55 \text{ W. m}^{-2}$, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por FINCH et al. (1980), com médias de $123,7 \pm 7 \text{ W. m}^{-2}$ ao sol e $89 \pm 19 \text{ W. m}^{-2}$ à sombra em cabras brancas do deserto com temperatura de 35 a 46 °C.

Ligeiro et al. (2006) obteve para cabras Saanen, Alpina e $\frac{1}{2}$ Bôer + $\frac{1}{2}$ Saanen sob estresse térmico e em cápsula ventilada uma evaporação cutânea de $108,25 \text{ gm}^{-2}\text{h}^{-1}$. A perda de calor por evaporação cutânea nos mestiços $\frac{1}{2}$ Bôer + $\frac{1}{2}$ Saanen foi maior que nos puros das raças Saanen e Alpina. Segundo os autores, uma hipótese que pode ser considerada para este fato é que o Bôer é de origem africana, em geral, animais dessa região apresentam maior capacidade de adaptação às condições tropicais, por possuírem melhores mecanismos autônomos de controle térmico, especialmente a sudação.

A seleção de animais com altas taxas de sudação, aliadas a um pelame com menor resistência à convecção e difusão de vapor de água, além de uma epiderme altamente pigmentada, é um recurso a ser considerado para o melhoramento de animais para criação em baixas latitudes (SILVA, 2000; MAIA et al., 2003; OLIVEIRA, 2004; LIGEIRO et al., 2006).

2.8 Índices de Adaptação e de Conforto Térmico

A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo o estresse calórico e há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite as estas expressar o máximo da sua capacidade produtiva. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais (SOUZA, 2007).

O objetivo fundamental dos estudos sobre o ambiente e o conforto térmico dos animais é combinar diversos fatores, de modo que, os efeitos de diferentes ambientes, tipos de capa externa, atividades físicas e respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas possam

ser comparadas entre si, permitindo a avaliação dos ambientes e da adaptação dos animais no ambiente em que se encontram (BACCARI, 1990, 1998 e 2001;; BARBOSA e SILVA, 1995; SILVA, 2000, SILVA e STARLING, 2003, STARLING et al., 2005; PIRES, 2006).

O ideal para os animais domésticos é que haja um gradiente em torno de 6°C entre a temperatura central do corpo e a superfície da pele e desta para com o ar. Assim o fluxo do excesso de calor corpóreo caminhará naturalmente para fora e toda reação química exergônica poderá ser realizada sem causar superaquecimento no corpo do animal. A temperatura do ar é um elemento muito usado para definir ambientes, contudo a luz, a radiação, a umidade relativa, a precipitação, a pressão barométrica, o vento e a altitude podem alterar todo o quadro de um determinado ambiente (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995; SILVA, 2000).

De acordo com Silva (2000), os fatores a serem considerados na determinação do conforto térmico e nas condições de adaptação dos animais a ambientes específicos são:

- Ambiente: temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar, vento, pressão atmosférica;
- Capa externa: espessura, estrutura térmico, penetração do vento (relacionada aos movimentos da atmosfera), ventilação (relacionada ao deslocamento do indivíduo e da atmosfera), permeabilidade ao vapor, transmissividade, emissividade, absorvidade;
- Características corporais: forma corporal, tamanho, área de superfície radiante, área exposta á radiação solar direta, emissividade da epiderme, absorvidade da epiderme;
- Respostas fisiológicas: temperatura (epiderme, retal, etc.), taxa de sudação, trocas respiratórias, taxa de crescimento e desenvolvimento, produção, níveis hormonais (T3, T4, cortisol, etc.), metabolismo.

Os índices de conforto térmico, determinados por meio dos fatores climáticos, servem como indicativos para caracterizar o conforto e o bem-estar animal (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995; SILVA, 2000).

No estudo da ambiência, vários índices e sua determinação têm sido citados na literatura, entres estes o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo as equações abaixo:

ITU = Tbs + 0,36 Tpo + 41,5, em que:

Tbs = temperatura do bulbo seco, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus Celsius.

ITGU = Tgn + 0,36 Tpo + 41,5, em que:

Tgn = temperatura do globo negro de Vernon, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius.

O valor do ITU e ITGU de 70 ou menos mostra uma condição normal; valores entre 71 e 78 indicam uma condição crítica; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995).

Segundo Baccari Júnior (1990 e 1998) há uma preocupação com: 1) identificação de raças ou estirpes que demonstram modificação mínima no equilíbrio térmico do organismo quando sob estresse e 2) identificação de atributos fisiológicos e anatômicos associados com a promoção da perda de calor.

A adaptabilidade é, em parte, um fator geneticamente controlado através da herança de vários atributos anatomofisiológicos que afetam a termogênese ou a termólise. É importante a seleção de animais que tenham eficientes mecanismos de dissipação de calor (eficiência na termólise), para o desenvolvimento de tipos mais adaptados aos trópicos, por conseguinte mais produtivos (VILLARES, 1990; BACCARI JUNIOR, 1990, 1998; 2001; SILVA, 1989 e 2000; MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b; OLIVEIRA, 2004 e 2007; LIGEIRO et al., 2006; SOUZA, 2007).

Hopkins et al. (1978) reportam que valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como índice de adaptabilidade.

De acordo com Faria (1979) parece ser aconselhável, em qualquer processo de determinação do índice de adaptabilidade ao calor ou coeficiente de tolerância ao calor, mencionar os valores de frequência respiratória e temperatura corporal.

Arruda et al. (1984) citam que uma menor elevação da temperatura retal é considerada como índice de melhor adaptabilidade. Segundo Arruda e Pant (1984) a temperatura corporal em si é uma boa medida, pois mostra alguma tendência definida e parecem ser o melhor índice para medir a adaptabilidade ao calor de caprinos e ovinos, no Nordeste do Brasil.

Segundo Baccari Júnior (1990) na avaliação da adaptabilidade, a medida mais comumente utilizada é a temperatura corporal e mais especificamente sua estabilidade (termoestabilidade). Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor. O mesmo autor afirma que outras medidas e fatores devem ser levados em consideração como a taxa de sudação, características da pele e dos pêlos, a idade e a raça dos animais, o nível nutricional, o comportamento, a resistência a endo e ectoparasitas, o desempenho produtivo e reprodutivo.

Pesquisas referentes às condições climáticas associadas com estudos de parâmetros fisiológicos, como temperatura retal, frequências respiratória e cardíaca são importantes para se conhecer a adaptabilidade dos animais criados em determinada região, servindo para comparar diferentes raças ou grupos genéticos (ARRUDA e PANT, 1984; MEDEIROS et al., 1989, 2001, 2002a e b, 2006c, 2007 e 2008; SANTOS et al., 2005; FERREIRA et al., 2006; SILVA et al., 2007; MARTINS JÚNIOR et al., 2007a e b; SOUZA et al., 2007, 2008a e b; MORAIS et al., 2008; ROCHA et al., 2009; SOUZA, 2010).

Santos et al. (2005) salientam a importância da temperatura superficial (temperatura da pele) na avaliação da dissipação de calor na tolerância ao calor, a temperatura da pele deve refletir melhor a sensação de desconforto do animal.

Não se deve desconsiderar a grande importância, talvez a mais efetiva, das características anatomofisiológicas ligadas ao pelame, destacando-se as características relacionadas à proteção contra a radiação solar e à eficiência na eliminação de calor, como a taxa de sudação (MAIA et al., 2003; LIGEIRO et al., 2006, MEDEIROS et al., 2008; SOUSA JÚNIOR et al., 2008).

A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores muito importantes na criação e produção de pequenos ruminantes. O aumento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, do estresse térmico acarreta aumento da secreção do hormônio cortisol (STARLING et al., 2005), provocando uma série de efeitos no metabolismo do animal que alteram o seu comportamento e bem-estar.

O conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação de raças introduzidas em uma nova região serve como suporte técnico para o norteamo de programas de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente (SHELTON e FIGUEIREDO, 1990; MONTY JÚNIOR et al., 1991; CEZAR et al., 2004; SANTOS et al., 2005; SOUZA, 2007; SALLES, 2010), uma vez que o ambiente é composto de fatores complexos que cercam determinada espécie de ser vivo podendo ser favorável ou desfavorável ao seu desenvolvimento biológico, produtivo e reprodutivo (BACCARI JÚNIOR, 1998, 2001; SILVA et al., 2006; FURTADO, 2007).

São vários os índices de tolerância ao calor baseados em medidas nos animais, entre estes os índices/testes que segue abaixo:

a) *Teste de Rhoad* ou *Prova de Ibéria* (1944): neste teste idealizado para bovinos, determina se o quanto à temperatura retal dos animais excede a 38,33°C. Os animais das raças escolhidas ou dentro de determinada raça são expostos a radiação solar direta num dia claro, luminoso com temperatura do ar entre 29 e 35°C. Os animais podem ter água à disposição. Toma-se a

temperatura retal às 10:00h e às 15:00 horas repetindo-se o procedimento por três dias. Obtêm-se uma temperatura retal média (Tr) final de cada animal, ou grupo de animais, a qual é utilizada na seguinte fórmula:

CTC = 100 - [18 (Tr - 38,33)], em que:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38,33°C;

18 = constante;

Tr = temperatura retal média final;

38,33 = temperatura retal considerada normal para bovino.

O resultado é expresso como uma porcentagem da eficiência em manter a temperatura retal em 38,33°C. Quanto mais elevado o coeficiente, maior grau de tolerância. Trabalhando com animais de diferentes raças e grau de “sangue” a frequência respiratória contada nas mesmas horas da temperatura retal pode ser utilizada como critério adicional para se estabelecer diferença entre dois animais que mostram o mesmo aumento na temperatura retal. O animal com o menor aumento na temperatura retal e a menor frequência respiratória é considerado mais tolerante ao calor.

b) Teste de Dowling (1956): este teste se baseia na capacidade de o animal dissipar o calor corporal excedente (“eficiência de resfriamento”). Os animais são exercitados num dia quente por 30 minutos até a temperatura retal alcançar cerca de 40°C. A seguir, são levados para a sombra, onde se procedem às tomadas da temperatura retal em intervalos regulares (15, 20 ou 30 minutos) para se verificar a habilidade de cada animal na recuperação da temperatura retal inicial. O animal com o maior decréscimo na temperatura retal é considerado dotado da maior eficiência de resfriamento. Este teste também é conhecido por Rainsby (MÜLLER, 1989).

Estudos desenvolvidos por Arruda e Pant (1984) e Medeiros et al. (1989) utilizando o teste de Dowling, verificaram diferenças entre raças de caprinos e de ovinos. Arruda e Pant (1984) comentam que o caprino da raça Bhuj foi mais tolerante ao calor em comparação as raças caprinas (Caniné e Anglo-nubiana) e as de ovinos Deslanado de Morada Nova e Santa Inês. Medeiros et al. (1989) observaram que o caprino Bhuj recuperou a temperatura retal inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. Os ovinos Morada Nova e o Santa Inês recuperaram a temperatura retal inicial aos 60 e 75 minutos, respectivamente, enquanto que o ovino mestiço ($\frac{3}{4}$ Corriedale x $\frac{1}{4}$ Romney Marsh) não recuperou a temperatura retal inicial aos 75 minutos de repouso à sombra após o teste.

c) Índice de Termorregulação de Ittner e Kelly (1951): para a avaliação do poder de adaptação a ambientes de temperatura elevada pode ser usada às reações na temperatura retal (notadamente), frequência respiratória e cardíaca, através deste índice de termorregulação. O índice é obtido em função da recuperação à sombra, ao fim de uma hora decorrido da exposição do animal ao sol pela fórmula:

I = d / e * 100, em que:

I = índice de termorregulação de Ittner e Kelly;

d = representa o decréscimo médio da temperatura retal, à sombra, após uma hora decorrido o exercício ao sol;

e = elevação média da temperatura retal logo após o exercício em relação à temperatura retal inicial anterior ao exercício, à sombra.

Medeiros et al. (1989) após submeter caprinos e ovinos ao teste de Dowling, aplicou o índice de termorregulação de Ittner e Kelly, verificando que o caprino Bhuj exibiu o índice mais alto (95,20%), o ovino lanado ($\frac{3}{4}$ Corriedale x $\frac{1}{4}$ Romney Marsh), o mais baixo (55,55%), ocupando os ovinos deslanados Morada Nova e Santa Inês posição intermediária, com os índices de 86,09 e 73,29%, respectivamente.

d) Teste de Rauschenbach e Yerokhin (1975): para a determinação do índice de tolerância ao calor para pequenos ruminantes através da fórmula:

ITC = 2 (0,5 t₂ - 10 dt + 30), em que:

ITC = índice de tolerância ao calor;

t₂ = temperatura do ar à tarde;

dt = diferença entre a temperatura corporal à tarde e a temperatura corporal pela manhã ("zona da termoneutralidade").

e) *Teste de Amakiri e Funcho (1979)*: para a determinação do índice de tolerância ao calor em bovinos, esses autores descartaram o valor 38,33°C da temperatura retal inicial tomada pela manhã, do teste Rhoad (Prova de Ibéria). Nesse caso a fórmula a ser aplicada seria:

CTC = 100 - [18 (T₁₅ - T₁₀)], em que:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal constante;

18 = constante;

T₁₅ = temperatura retal tomada às 15:00 horas;

T₁₀ = temperatura retal tomada às 10:00 horas.

Utilizando o teste de Dowling, Medeiros et al. (2002) estudaram a tolerância ao calor em caprinos de diferentes raças. O caprino Anglonubiano recuperou a temperatura retal (TR) inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. O Saanen e o Pardo Alemão não recuperaram a TR inicial mesmo após 60 minutos de repouso à sombra. Pela aplicação da fórmula de Ittner e Kelly, verificou-se que o caprino Anglonubiano exibiu o índice de termorregulação mais alto (93,07%) e o caprino Pardo Alemão e Saanen os mais baixos, com os índices de 74,98 e 71,27%, respectivamente. Esses mesmos autores citam que não houve diferença respiratória (FR) inicial entre raças. Imediatamente após o exercício, observou-se um aumento expressivo da FR dos animais. As raças europeias apresentaram uma maior elevação da FR em comparação a raça Anglo-nubiana. Aos 30 minutos após o exercício, a Anglo-nubiana recuperou a FR inicial, e as raças europeias recuperaram aos 45 minutos. Asseguram, ainda, que pela aplicação do índice de tolerância ao calor (ITC) de Rauschenbach & Yerokhin, observou-se a mesma tendência, o Anglo-nubiano obteve o ITC de 76,90, o Pardo Alemão e Saanen, 70,70 e 67,90, respectivamente.

f) *Teste de Benezra (1954)*: Benezra, introduziu modificações na determinação do coeficiente de tolerância ao calor pelo teste de Rhoad, tornando-a mais sensível e utilizável também com animais estabulados durante as horas mais quentes do dia. Em suma, este teste não levou em conta apenas a temperatura retal, associou-se a frequência respiratória como outro parâmetro a ser considerado na medida de adaptabilidade através da fórmula:

CA = TR / 38,33 + FR / 23, em que:

CA = coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra;

TR = temperatura retal, em graus Celsius;

FR = frequência respiratória, em movimentos por minuto;

38,33 = temperatura retal considerada normal para bovinos;

23 = frequência respiratória considerada normal para bovinos.

O resultado obtido é comparado a 2, valor em que os parâmetros fisiológicos utilizados na fórmula não se alteram em relação ao normal.

Aplicando o teste de Benezra modificado de acordo com os parâmetros fisiológicos considerados normais para a espécie caprina, ficando o Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) = (TR/39,5) + (FR/25) = 2, Silva et al. (2006) e Pereira et al. (2011) estudaram o desempenho adaptativo das raças Saanen na região do Semi-árido do Nordeste do Brasil, Estado da Paraíba, no período da seca e da chuva. Os animais conseguiram manter a homeotermia a custo da elevação expressiva da frequência respiratória, demonstrando certo grau de adaptabilidade. A média da FR (mov/min) e o CTC de Benezra, das cabras antes e depois do estresse, em épocas diferentes, foram respectivamente, 88,40 (período chuvoso/frio) e 105,50 (período seco/quente) e o CTC de Benezra 4,52 e 5,21; na mesma seqüência a média

da FR e da CTC (período frio e seco) foi antes do estresse 78,83 e 4,13, depois do estresse 115,07 e 5,60.

Segundo Souza (2010) o ITC baseado no teste de Benezra entre as cabras da raça Saanen variou de 4,5 a 6,0 no período seco e de 4,0 a 5,0 no período chuvoso, estando esses valores bem acima do coeficiente padrão de adaptabilidade, cujo valor é 2,0. Nas condições ambientais do presente estudo (clima tropical quente e úmido no Estado do Ceará), conclui-se que independente do período do ano (períodos quente e chuvoso), as cabras Saanen estão sujeitas a um ambiente hostil, sendo o período chuvoso o mais propício a causar estresse térmico.

Utilizando o teste Rhoad ou prova de Ibéria ($CTC = 100 - [18 (Tr - 39,1)]$), o de Benezra ($TR = 39,1^{\circ}C$ e $FR = 19$ mov/min.) ambos modificados para caprinos ($CA1 = TR/39,1 + FR/19$) e o de Dowling, Martins et al. (2007) avaliaram o índice de tolerância ao calor de caprinos das raças Bôer e Anglo-nubiana nas condições climáticas da região Meio-Norte do País. Na prova de Ibéria os caprinos da raça Bôer apresentaram uma maior tolerância ao calor nas condições de Meio-Norte, nos dois períodos estudados (estação chuvosa e seca). No teste de Benezra foi constatada melhor reposta adaptativa da raça Boer no período seco enquanto que no período chuvoso a Anglo-nubiana apresentou maior índice de tolerância ao calor. Outro coeficiente de adaptabilidade foi determinado, acrescentando a frequência cardíaca a fórmula anterior ficando essa $CA2 = TR/39,1 + FR/19 + FC/75$, sendo o novo coeficiente comparado ao padrão 3 para comparações. Observou-se então que no período seco os caprinos da raça Boer apresentaram um CA médio inferior, mais próximo de 3. Não havendo diferença no período chuvoso, o que sugere uma maior adaptabilidade da raça Boer no período seco nas condições experimentais. No teste de Dowling os caprinos Anglo-nubianos como Boer não diferenciaram nas estações. Os animais recuperaram a temperatura retal (TR) inicial (anterior ao exercício) após 60 minutos de repouso à sombra.

Utilizando os mesmos testes de capacidade/índice de tolerância ao calor, Santos (2007) estudou o desempenho adaptativo das raças Saanen e da nativa denominada Marota na mesma região do País (Meio-Norte) e também no período da seca e da chuva. o grupo racial Marota sofreu menos estresse, apresentando uma melhor capacidade de adaptabilidade e tolerância ao calor se comparado à raça Saanen.

Nesta mesma Região (Piauí) e nas mesmas estações do ano, utilizando os mesmos teste de tolerância ao calor de Martins et al. (2007), Santos (2007), Rocha et al. (2009) avaliaram a capacidade de tolerância ao calor de caprinos das raças Saanen e da cabra Azul (tipo Nativo naturalizado do Nordeste do Brasil). No ambiente estudado, os caprinos do grupo racial Azul apresentaram maior CTC. Os autores salientam que a cabra Azul apresentou uma menor a temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca em todo o estudo em comparação a da raça Saanen.

g) *Índice de Tolerância ao Calor de Baccari Júnior (1986)*: os animais são mantidos por duas horas na sombra. Após esse período é verificada a primeira temperatura retal (TR1) às 13 horas, em seguida os mesmos são expostos à radiação solar direta durante uma hora (das 13 às 14 horas). Em seguida são reconduzidos à sombra, onde permanecem em repouso por uma hora e em seguida é mensurada a segunda temperatura retal (TR2), às 15 horas. Este procedimento deverá ser repetido durante vários dias consecutivos ou não. Através das médias obtidas para TR1 e TR2, se obtém o índice de tolerância ao calor por meio da fórmula:

ITC = 10 - (TR1 - TR2), em que:

ITC = índice de tolerância ao calor;

TR1 = temperatura retal medida às 13 horas;

TR2 = temperatura retal medida às 15 horas.

O índice varia de 0 a 10, o que representa a capacidade dos animais de dissiparem o calor absorvido durante a exposição ao sol. Quanto maior o ITC, mais tolerante ao calor é o animal.

Souza (2003) ao submeter caprinos mestiços de diferentes grupos genéticos (exóticos, nativos e SPRD) criados em confinamento ao teste de Baccari Júnior et al. (1986) observou que os animais apresentaram o mesmo grau de tolerância ao calor. Todavia, os caprinos exóticos eram oriundos do tronco africano. Concordando com Santos et al. (2005) que também não verificaram diferença em caprinos das raças Bôer e Anglo-nubiana (exóticos), e Moxotó e Parda Sertaneja (nativas) e com Silva et al. (2006) trabalhando com caprinos das raças Bôer, Savana, Anglo-nubiana e Moxotó, em confinamento, submetidos ao ITC de Baccari Júnior. Esta mesma tendência foi observada por Souza et al. (2008a) aplicando este mesmo teste, salientam que caprinos mestiços de 1ª geração (GF1) resultantes de cruzamentos das raças Boer, Savana, Kalarari, Anglo-nubiana e Moxotó com caprinos SPRD na Região Nordeste, não notaram diferença entre os mestiços, que apresentaram elevado índice de tolerância ao calor. Esses autores reportam que, com base nos parâmetros apresentados (temperatura retal, superfície corporal, frequência respiratória e cardíaca) e dos valores obtidos pelo ITC, as raças exóticas (Anglo-nubiana, Boer, Savana, Kalarari) puras e mestiças dessas raças com os tipos SPRD, demonstraram um alto grau de adaptabilidade às condições semi-áridas, semelhantes às raças nativas (Moxotó e Parda Sertaneja).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHARYA, R. M.; GUPTA, U. D.; SEHGAL, J. P.; SINGH, M. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**, v.18, p.245- 248, 1995.
- AHMED, M. M. M.; EL KHEIR, I. M. Thermoregulation and water balance as affected by water and food restriction in Sudanese desert goats fed good-quality and poor-quality diets. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, n.2, p.191-204, 2004.
- ALEXANDER, G.; BENNETT, J. W.; GEMONEL, R. T. Brown adipose tissue in the newborn calf. **Journal of Physiological**, v.244, p.227-230, 1975.
- ALMEIDA, A. M. de; SCHWALBACH, L. Breves considerações sobre a raça caprina Boer. **Veterinária Técnica-Revista do Sindicato Nacional de Medicina Veterinária**, Lisboa-Portugal, n. 2, p.10-15, 2000.
- ALVES, J. U. **Desempenho produtivo da caprinocultura no Estado do Ceará no período de 1981 a 1984**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Dissertação de Mestrado. 65 p., 1986.
- AMAKIRI, S. F., FUNCHO, O. N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Animal Production**, v.28, p.329-335, 1979.
- ANDERSON, B. E. Temperature regulation and environmental physiology. In: Reece, W.O.; Dukes: **Physiology of Domestic Animals**, 9. Ed. Ithaca, Cornell Univ. Press, p.686-95, 1977.
- ANDERSON, B. E. **Regulação da temperatura e fisiologia ambiental**. In: SWENSON, M. J. Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos. 10.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.623-629, 1996.
- ANDRADE, V. O. **Avaliação das produções parciais e total de leite em cabras ½ Pardo Alpina x Moxotó no Estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado. 49p. 1999.
- ARRUDA, F. de A. V.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; PANT, K. P. Variação de temperatura corporal de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.915-919, 1984.
- ARRUDA, F. de A. V.; PANT, K. P. Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.379-385, 1984.
- ARRUDA, F de A. V.; PANT, K. P. Efeito de idade e cor da pelagem de caprinos sobre sua temperatura corporal no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.483-486, 1985a.
- ARRUDA, F. de A. V.; PANT, K. P. Freqüência respiratória em caprinos pretos e brancos de diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.11, p.1351-1354, nov., 1985b.

ASCHOFF, J. Thermal conductance in mammals and birds: its dependence on body size and circadian phase. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.69a, p.611-619, 1981.

ASKINS, G. D.; TURNER, E. E. A behavioral study of Angora goats on West Texas Range. **Journal Range Management**, v.25, n.2, p.82-87, 1972.

ATLAS ESCOLAR DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. 1.ed. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Educação: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, 2000. 45p. il.

AZEVEDO, C. F. de. **Criação de caprinos e ovinos no Nordeste**. Natal, RN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, 65 p. (EMPARN. Boletim Técnico, 12), 1982.

AZEVEDO, M. de; PIRES, M. de F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do Índice de Temperatura e Umidade para vacas $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1.,1990, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1990. p. 9-17.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998. Goiânia, GO. **Anais...**p.132-161.

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina (UEL), 2001. 142p.

BACCARI JÚNIOR, F.; GAYÃO, A. L. B. A.; GOTTSCHALK, A. F.; HEAD, H. H.; AGUIAR, I. S. Metabolic rate and some physiological and production responses of lactating Saanen goats during thermal stress. In: International Congress of Biometeorology, 14th, 1996, Ljubljana, Slovenia. **Proceedings...** Ljubljana, Slovenia: 1996a, p.119.

BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H. C.; MUNIZ, L. M. R. Milk production serum concentration of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **Revista Veterinária Zootécnica**, v.8, p.9-14, 1996b.

BACCARI JÚNIOR, F.; BRASIL, L. H. A.; TEODORO, S. M. Thermoregulatory responses of Alpine goats during thermal stress. In: International Livestock Environment Symposium, 5th, 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis, MN, USA, 1997, v.2, p.789-794.

BAKER, M. A.; NIJLAND, M. M. J. Selective brain cooling in goats: Effects of exercise and dehydration. **Journal of Physiology**, v.471, p.679-692, 1993.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

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, n.4, p.834-842, 2011.

BARROS, N. N.; SILVA, F. L. R.; ROGÉRIO, M. C. P. Efeito do genótipo sobre a produção e a composição do leite de cabras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1366-1370, 2005.

BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Potencial nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, v.62, n.2, p.543-554, 1986.

BLIGH, J. A thesis concerning the process of secretion and discharge of sweat. **Environmental Research**, v.1, p.28-45, 1967.

BLIGH, J. Cell, cell-talk and mammalian homeothermy. In: *Thermoreception and Temperature Regulation* (J. Bligh e K. Voigt, eds). Berlin: Springer-Verlag, 1990.

BONSMA, D. J. Auxiliares na seleção do gado de corte. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE (A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL), Uberlândia, MG, 2000, **Anais...**, Uberlândia, 2000. p.121-134. il.

BORGES, C. H. P.; BRESSLAU, S. **Manejo e alimentação de cabras em lactação**. Treinamento em Gado Leiteiro – PURINA AgribRANDS do Brasil Belo Horizonte, MG. 2003. 20p.

BORUT, A.; DMI'EL, R.; SHKOLNIK, A. Heat balance of resting and walking goats: comparison of climatic chamber and exposure in the desert. **Physiological Zoology**, v.52, p.105-112, 1979.

BOUTON, M. E. **Learning and behavior: A contemporary synthesis**. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2006.

BRASIL, L. H. A.; WECHESLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H. C.; BONASSI, I. A. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1632-1641, 2000.

BRODY, S. **Environment physiology with special reference to domestic animals**. I. Physiological background. 1948. 423p. (Research Bulletin).

BROWN, D. L.; MORRISON, S. R.; BRADFORD, G. E. Effects of ambient temperature on milk production of Nubian and Alpine goats. **Journal Dairy Science**, v.71, p.2486-2490, 1988.

CAIM III, J. W.; KRAUSMAN, P. R.; ROSENSTOCK, S. S.; TURNER, J. C. Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. **Wildlife Society Bulletin**, v.34, n.3, p.570-581, 2006.

CAMPBELL, W. B.; FREEMAN, D. C.; EMLLEN, J. M. Correlations between plant phylogenetic and functional diversity in a high altitude cold salt desert depend on sheep grazing season: Implications for range recovery. **Ecological Indicators**, v.10, n.3, p.676-686, 2010.

CARDELINO, R. A. Programa de cruzamento de caprinos leiteiros nos trópicos. II Semana de Caprinocultura e da Ovinocultura Brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, CE, **Anais...**, SBZ, p.109-112, 1996.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.

CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. I. Radiative transfer. **Proceedings of the Royal of Society London Biological Sciences**, v.188, p. 377-393, 1975a.

CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. II. Conduction and convection. **Proceedings of the Royal of Society London Biological Sciences**, v.188, p. 395-411, 1975b.

CENA, K., MONTEITH, J. L. **Transfer processes in animal coats**. III. Water vapour diffusion. **Proceedings of the Royal of Society London Biological Sciences**, v.188, n.1, p.413-423, 1975c.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Território. 2. ed. Rio de Janeiro:CIDE, 1998. 80p. il.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. B. de; SOUZA, W. H. de; PIMENTA FILHO, E. C.; TAVARES, G. de P.; MEDEIROS, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.28, n.3, p.614-621, maio/jun., 2004.

CHEMINEAU, P.; BERTHELOT, X.; MALPAUX, B. La maitrise de la reproduction par la pholopériode et la mélatonine chez los mammifères d' élevage. **Cash Agricultural**, v.2, p.81-92, 1993.

CHOSHNIK, I.; BEM-KOHAV, N.; TAYLOR, C.R.; et al. Metabolic adaptation for desert survival in the Bedoin goat. **American Journal Physiology**, v.268, n.5, p.1101-1010, 1995.

CIPOLLA-NETO, J.; MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. S. **Introdução ao estudo da cronobiologia**. Icone-EDUSP. 1988. 74p.

COELHO, L. A.; SASA, A.; NADER, C. E. Características do ejaculado de caprinos sob estresse calórico em câmara climática. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.76-81, 2006.

COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; THATCHER, W. W.; ISRAEL, L. A.; WILCOX, C. J. Influence of environment and its modification on dairy animal health and production. **Journal Dairy Science**, v.65, n.11, p.2213-2227, 1982.

COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SANTOS, N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do Estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.218, p.195-205, 2008.

CRAWSHAW, L. I. Attainment of the final thermal preferendum in brown bullheads, acclimated to different temperatures. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.52, p.171-173, 1975.

CUNHA, E. A. da; BUENO, M. S.; RODRIGUES, C. F. de C.; SANTOS, L. E. dos; LEINZ, F. F.; RIBEIRO, S. D. de A.; RIBEIRO, A. M. C. Desempenho e características de carcaça de cabritos Saanen e mestiços Bôer x Saanen abatidos com diferentes pesos. **Boletim de Indústria Animal**, v.61, n.1, p.63-73, 2004.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454p.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University: Ames, 1983. 410p.

DANTZER, R. Stress, emotions and health: where do we stand? **Social Science Information**, v.40, n.1, p.61-78, 2001.

DAWKINS, M. S. The science of animal suffering. **Ethology**, v.114, p.937-945, 2008.

de PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J.; LADEWIG, J.; PETHERICK, C. Dairy calves discrimination of people based on previous handling. **Journal Animal Science**, v.74, p.969-974, 1996.

DE ROSA, G.; MOIO, L.; NAPOLITANO, F.; GRASSO, F.; GUBITOSI, L.; BORDI, A. Influence of flavor on goat feeding preferences. **Journal Chemical Ecology**, v.28, n.2, p.269-281, 2002.

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.

DEVENDRA, C.; BURNS, M. Milk production in goats compared to buffalo and cattle in humid tropic. **Journal Dairy Science**, v.63, n.10, p.1755-67, 1980.

DMI'EL, R.; ROBERTSHAW, D. The control of panting and sweating in the black Bedoin goat: A comparison of two modes of imposing a heat load. **Physiological Zoology**, v.56, n.3, p.404-411, 1983.

DOBZHANSKY, T. **Genetics of the evolutionary process**. New York: Columbia University Press, 1970. 128p.

DOMINGUES, O. **Introdução à zootecnia**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1968. 392p.

DOWLING, G. F. An experimental study of heat tolerance of cattle. **Journal Agricultural Research**, v.7, p.469-481, 1956.

DUBEUF, J.P.; BOYAZOGLU, J. An international panorama of goat selection and breeds. **Livestock Science**, v.120, p.225-231, 2009.

DUKES, H. H.; SWENSON, M. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12^a. ed. Editora Guanabara Koogan S.A: Rio de Janeiro, 2006. 926p.

ELVINGER, F.; NATZKE, R.; HANSEN, P. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.75, p.449-462, 1992.

EMESIH, G. C.; NEWTON, G. R.; WEISE, D. W. Effect of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13, 14- dihydro-15-ketoprostaglandin F2a in goats. **Small Ruminant Research**, v.16, n.2, p.133-139, 1995.

ERASMUS, J.A. Adaptation to various environments and resistance to disease of the improved Boer goat. **Small Ruminant Research**, v.36, p.179-187, 2000.

EWBANK, R. Use and abuse of the term “stress” in husbandry and welfare. **Veterinary Record**, v.92, p.709-710, 1973.

FARIA, E. V. **Zootecnia geral**. Itaguaí, UFRRJ, 1979. 108p. il.

FARIAS, D. A. de; OLIVEIRA, D. P. de; OLIVEIRA JÚNIOR, A. A. de; VALDIVINO, C. D.; PARENTE, J. S.; OLIVEIRA, L. E. V.; VASCONCELOS, A. M. de. Respostas termorreguladoras de caprinos e ovinos criados na região semi-árida do Nordeste durante a época chuvosa. In: ZOOTEC 2009, Águas de Lindóia, SP, **Anais...**, CD-ROM, 2009.

FEISTKORN, G.; RITTER, P.; JESSEN, C. Cardiovascular responses to thermal stress in conscious goat. **Journal Thermal Biology**, v.8. n.3, p.241-246, 1983.

FERNANDES, A. A. O.; MACHADO, F. H. F.; ANDRADE, J. M. S. de; FIGUEIREDO, E. A. P. de; SHELTON, M.; PANT, K. P. Efeito do cruzamento de caprinos no Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.109-14, 1985.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA NETO, G. M.; CARVALHO, M. M.; MARQUES JÚNIOR, A. P.; FERREIRA, P. M. Hemograma de caprinos do nascimento até 1 ano de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.38, p. 645-656, 1986.

FIGUEIREDO, E. A. P. de; SIMPLÍCIO, A. A.; BELLAVÉR, C.; PANT, K. P. Evaluation of goats breeds in the tropical Northeast Brasil. I. A study of birth related traits of native and exotic goat breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.4, p.643-50, 1982.

FINCH, V. A. Body temperature in beef cattle. Its control and relevance to production in the tropics. **Journal Animal Science**, v.62, n.2, p.531-542, 1986.

FINCH, V. A.; DMI'EL, R.; BOXMAN, R.; SHKOLNIK, A.; TAYLOR, C. R. Why black coats in hot deserts? Effects of coat colour on heat exchanges of wild and domestic goats. **Physiological Zoology**, v.530, p.19-25, 1980.

FLINT, A. P. F.; WOOLLIAMS, J. A. Precision animal breeding. **Philosophical Transactions Royal Society B**, v.363, p.573-590, 2008.

FOOTE, W. C.; SIMPLÍCIO, A. A. Some factors affecting the reproduction of goats in the semiarid tropics. In: JOHNSON, W.L.; OLIVEIRA, E.R. de. **Improving meat goat production in the semiarid tropics**. Davis, California, SR-CRSP/EMBRAPA – CNPC. p.75-83. 1989.

FRANCK, D. **Verhaltensbiologie**. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 1997. 49p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO – FIDERJ. **Indicadores Climatológicos**. Rio de Janeiro, 2008. 65 p. il.

FURTADO, G. D. **Avaliação da resposta comportamental, morfofisiológica e produção de cabras leiteiras puras e mestiças no semi-árido do Rio Grande do Norte**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal, RN. Tese de Doutorado. 61p., 2007.

GALINA, M. A.; SILVA, E.; MORALES, R. Reproductive performance of Mexican dairy goats under various management systems. **Small Ruminant Research**, v.18, p.249-253, 1995.

GALL, C. Relationships between body conformation and production in dairy goats. **Journal Dairy Science**, v.63, p.1768-1781, 1980.

GAYÃO, A. L. B. A. **Efeito do estresse térmico sobre a taxa metabólica e o desempenho produtivo de cabritas Saanen em crescimento**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP. Dissertação de Mestrado. 68p. 1992.

GEBREMEDHIN, K. G.; NI, H.; HILLMAN, P. E. Moleling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. **Trans. ASAE**, v. 40, n.5, p.1441-1447, 1997.

GEBREMEDHIN, K. G.; PORTER, W. P.; CRAMER, C. O. Quantitative analysis of the heat exchange through the fur layer of holstein calves. **Transactions of the ASABE**, v.26, p.188-193, 1983.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça angus a pasto frente á disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP. Dissertação de Mestrado. 86p. 2003.

GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N.; SILVA, D. S.; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JÚNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos

parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.12, n.2, p.213-219, 2008.

GOODWIN, P. J.; JOSEY, M.; COWAN, J. M. Coat color and its effects on production in Holstein-Friesian in South-West Queensland. In: AUSTRALIAN ASSOCIATION ANIMAL BREEDING GENETICS CONFERENCE, 11, 1995, Queensland. **Proceedings...** Queensland, 1995. p.295-298.

GOODWIN, P. J.; GAUGHAN, J.; SKELE, P.; JOSEY, M.; HALL, A.; YOUNG, B. Coat color and alleviation of heat load in Holstein-Friesian cows. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5, 1997, Bloomington. **Proceeding...** Bloomington, 1997. p.923-927.

GONÇALVES, A. L. **Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na região Sudeste do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, MG. Tese de Doutorado. 2005. 69p. il.

GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; VIEIRA, R. A. M.; HENRIQUE, D. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008.

GONÇALVES, H. C.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. A Fatores genéticos e ambientais na duração da lactação de caprinos leiteiros. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.1, p.17-29, 2002.

GONZALO, G.; SÁNCHEZ, J. M. Razas caprinas foráneas: lecheras, de pelo y de otras aptitudes. Ovis-Aula de Veterinária. **Razas caprinas**, v.83, p.55-64, 2002.

GOYAL, S. P.; GHOSH, P. K. A note on the measurement of heat exchange by radiotelemetry in black deserts goats during winter. **Journal of Agricultural Science**, v.108, p.509-510, 1987.

GÜTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

HABEEB, A. L. M.; MARAY, I. F. M.; KAMAL, T. H. **Farm animals and the environment**. Cambridge: CAB, 1992. 428p.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563p.

HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 6 ed. São Paulo:Manole, 1995. 582p.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock**. Vol. II. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174., 1985.

HALES, J. R. S.; FINDLAY, J. D. The oxygen cost of thermally induced and CO₂-induced hyperventilation in the ox. **Respiratory Physiology**, v.4, p.353-362, 1968.

HANSEN, P. J. Effects of coat color on physiological responses to solar radiation in Holsteins. **Veterinary Record**, v.127, n.13, p.333-334, 1990.

HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. 2.ed. São Paulo: EDU/EDUSP, 1981. 91p.

HERMIZ, H. N.; ASOFI, M. K.; AL-RAWI, A. A. Some genetic and non-genetic causes of variation in milk traits of Iraqi local goat. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6, 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale, Australia. 1998, v.24, p.212-215.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A.; MSANGI, S.; WOOD, S.; KRUSKA, R.; DIXON, J.; BOSSIO, D.; STEEG, J. VAN DE; FREEMAN, H. A.; LI, X.; PARTHASARATHY RAO, P. **Drivers of change in crop-livestock systems and their potential impacts on agro-ecosystems services and human well-being to 2030**. CGIAR Systemwide Livestock Programme, ILRI, Nairobi, Kenya, 2009.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN, H. A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.; VAN DE STEEG, J.; LYNAM, J.; RAO, P. P.; MACMILLAN, S.; GERARD, B.; MCDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v.327, p.822-827, 2010.

HEWITSON, L; GORDON, I. J; DUMONT, B. Social context affects patchleaving decisions of sheep in a variable environment. **Animal Behavior**, v.74, p.239-246, 2007.

HILLMAN, P. E.; LEE, C. N.; PARKHURST, A. Impact of hair color on thermoregulation of dairy cows to direct sunlight. In: ANNUAL INTERNATIONAL MEETING OF THE ASAE, 94, 2001, Sacramento. **Paper**. Sacramento, 2001. N.014301.

HIMMS-HAGEN, J. Thyroid hormones and thermogenesis. In: Girardier, L; Stock, M. J. Mammalian thermogenesis. Londres: Chapman e Hall, p.98-117, 1983.

HOLMES, C. W. A note on the protection provided by the hair coat or fleece of the animal against the thermal effects of simulated rain. **Animal Production**, v. 32, p.225-226, 1981.

HOPKINS, P. S., KNIGHTS, G., LE FEUVRE, A. S. Studies of the environmental physiology of Tropical Merinos. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.29, p.161-171, 1978.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de Etologia**, v. 6, n.1, p.3, 2004.

HUGHES, B. O. Spatial preference in the domestic hen. **British Veterinary Journal**, v.131, n.5, p.560-564, 1975.

HUGHES, B. O. Selection of group size by individual laying hens. **British Poultry Science**, v.18, n.1, p.9-18, 1977.

HUGHES, B. O.; BLACK, A. J. The preference of domestic hens for different types of battery cage floor. **British Poultry Science**, v.14, n.6, p.615-619, 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Resultados preliminares. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, p.1-146, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Pesquisa da Pecuária Municipal 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 19/11/2011.

INGRAM, D. L.; MOUNT, L. E. **Man and animals in hot environments**. Springer-Verlag, New York, 1975. 185p.

ITTNER, N. R.; KELLY, C. F. Cattle shades. **Journal Animal Science**, v.10, n.1, p.184-194, 1951.

JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 4.ed. Philadelphia: Lea e Febinger, 1986. 1221p.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos**. 2. Ed. São Paulo, Nobel. 240 p. il. 1977.

JENKINSON, D. M. Sweat gland function in domestic animals. In: S.Y. BOTELHO, F.B. BROOKS, and W. B. SHELLEY , eds., **Exocrine Glands**. Proc. Internat. Cong. Physiol. Sci. 14 Satellite Symp. Uni. Of Pennsylvania Press, Philadelphia. 1969. p.201-216.

JENKINSON, K. M.; ROBERTSHAW, D. Studies on the nature of sweat gland fatigue in the goat. **Journal Physiology**, v.212, p.455-465, 1971.

JESSEN, C.; PONGRATZ, H. Air humidity and carotid rate function in thermoregulation of the goat. **Journal Physiology**, v.292, p.469-479, 1979.

JESSEN, C; DMI'EL, R.; CHOSHNIAK, I.; EZRA, D.; KUHNEN, G. Effects of dehydration and rehydration on body temperatures in the black Bedouin goat. **European Journal Physiology**, v.436, p.659-666, 1998.

JOHNSON, E. H. Saúde do animal nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, Fortaleza, 1986. **Anais...** Brasília, DF, EMBRAPA-DIE, 1990, p.27-32.

JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279 p.

JOHNSON, H. D.; LI, R.; MANALU, W.; JOHNSON, K. J. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.74, p.1250-1262, 1991.

JOOST, S.; COLLI, L.; BARET, P. V. Integrating geo-referenced multiscale and multidisciplinary data for the management of biodiversity in livestock genetic resources. **Animal Genetics**, v.41, p.47-63, 2010.

JUARÉZ, M. Physico-chemical characteristics of goat's milk as distinct from those of cow's milk. **Bulletin International Dairy Federation**, v.202, p.54-67, 1986.

KADZERE, M. R.; MURPHY, N.; SILANIKOVE, E.; MALT, Z. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.77, p.59-91, 2002.

KASA, I. W.; HILL, M. K.; THWAITES, C. J.; BAILLIE, N. D. Physiological effects of exercise in male and female Saanen goats at the same body weight but different feed intake. **Small Ruminant Research**, v.16, p.83-86, 1995.

KELLY, W. R. **Diagnóstico clínico veterinário**. 2. ed. Barcelona: Continental, 1976. 444p.

KENDRICK, K. M. Quality of life and the evolution of the brain. **Animal Welfare**, v.16, p.9-15, 2007.

KING, V. L.; DENISE, S. K.; ARMSTRONG, D. V.; TORABI, M.; WIERSMA, F. Effects of a hot climate on the performance of first lactation Holstein cows grouped by coat color. **Journal Dairy Science**, v.71, p.1093-1096, 1988.

KLEIBER, M. **The fire of life**. An introduction to animal energetics. 1962. Ed. John Willey and Sons Inc. New York.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

KRUG, E. E. B. **Sistemas de produção de leite**: identificação de “benchmarking”. Porto Alegre: Pallotti, 2001. 256p.

KUHNEN, G. Selective brain cooling reduces respiratory water loss during heat stress. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.118, n.3, p.891-895, 1997.

KUHNEN, G.; JESSEN, C. Threshold and slope of selective brain cooling. **Pflugers Archive European Journal Physiology**, v.418, p.176-183, 1991.

KUHNEN, G.; JESSEN, C. Thermal signals in the control of selective brain cooling. **American Journal Physiology**, v.267, p.355-359, 1994.

LAWRENCE, A. B.; RUSHEN, J. Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare. Oxon: CAB Internacional. In: DUNCAN, I. J. H.; RUSHEN, J.; LAWRENCE, A. B. **Conclusions and implications for animal welfare**. Cap.9, p.193-206, 1993.

LIGEIRO, E. C. **Um estudo genético das características morfológicas do pelame, da perda de calor por evaporação e suas correlações genéticas de cabras leiteiras**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP. Monografia (Graduação em Zootecnia). 40p. 2004.

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, n.2, p.544-549, 2006.

LÔBO R. N. B. **A importância da escrituração zootécnica na caprino-ovinocultura**. Boletim Pecuário, Belo Horizonte, 2002a. Disponível em:

<http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/showartigo.php?arquivo=artigo216.txt>. Acesso em: 10/03/2012.

LÔBO R. N. B. **As avaliações genéticas e o melhoramento de caprinos e ovinos**. Boletim Pecuário, Belo Horizonte, 2002b. Disponível em: <http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/showartigo.php?arquivo=artigo224.txt>. Acesso em: 10/03/2012.

LÔBO R. N. B.; SILVA, F. L. R. Parâmetros genéticos para características de interesse econômico em cabras das raças Saanen e Anglo-nubiana. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.1, p.104-110, 2005.

LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; LÔBO, A. M. B. O. Melhoramento genético de caprinos leiteiros. In: PRODUÇÃO DE CAPRINOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA, 2009. **Anais...** Sobral: Embrapa Caprinos; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. p.59-84.

LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; LÔBO, A. M. B. O.; VILLELA, L. C. V. Brazilian goat breeding programs. **Small Ruminant Research**, v.89, p.149-154, 2010.

LOPES, F. B. **Objetivos e critérios de seleção para dois sistemas de criação de caprinos leiteiros no Brasil**. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. Tese (Doutorado em Ciência Animal). 118p. 2011.

LOUW, G. **Physiological Animal Ecology**. Londres: Longman, 1993. 288p.

LU, C. D. Effects of heat stress on goat production. **Small Ruminant Research**, v.2, p.151-162, 1989.

LU, C. D. Heat stress and goat production. In: SIMPÓSIO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES,1., 1990, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNDC, 1990. p.95-105. (Documentos,7).

LUNDBERG, U. Beuteerwerb, feindschema, nutzen-kosten-analyse, lernen, raubtier-beute-beziehung, reiz, soziobiologie, verhaltensbiologie verwandtschaftsgrad. In: Gattermann, R. **Wörterbücher der Biologie**. Verhaltensbiologie, p.47-172. Jena: Gustav Fischer Verlag. 1993.

MAHMUD, A. B.; DEVENDRA, C. Repeatability of milk yield and birth weights of goats in Malaya. II. Birth weight. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v.43, n.3, p.215-20, July, 1970.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. da; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: Um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.843-853, 2003.

MAREK, J.; MÓCSY, J. **Tratado de diagnóstico clínico de lãs enfermidades internas de los animales domésticos**. Barcelona: Labor. 1963. 675p.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; PINHEIRO, M. das G.; SILVA, S. da L.; ROMA JÚNIOR, L. C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com

diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.263-273, maio/ago, 2004.

MARTINS JÚNIOR, L. M.; COSTA, A. P. R.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; TURCO, S. H. N.; CAMPELO, J. E. G.; MURATORI, M. C. S. Adaptabilidade de caprinos Boer e Anglo-nubiana às condições climáticas do Meio-Norte do Brasil. **Arquivo de Zootecnia**, v.56, n.214, p.103-113, 2007.

MASON, G. J.; MENDEL, M. Why is there no simple way of measuring animal welfare? **Animal Welfare**, v.2, n.4, p.301-320, 1993.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Tese de Doutorado, 143 p. 2004.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. 1.ed., Icone. São Paulo, 1989. 695p.

McMANUS, C.; SOARES FILHO, G.; LOUVANDINI, H.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A.; MURATA, L. S. Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg goats in the Federal District, Brazil: genetic and environmental factors. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.68-75, 2008.

McMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 9, p.236-246, 2010.

McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B. ; BIANCHINI, E.; BERNAL, F. E. M. ; PAIVA, S. R. ; PAIM, T. P. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.1, p.121-126, 2011a.

McMANUS, C.; COBUCCI, J.; BRACCINI NETO, J.; PAIVA, S. Decision making in animal breeding programs and their consequences for animal production. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, n.2, p.69-76, 2011b.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L. de S.; SOUSA, J. C. D. de. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos e ovinos. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.12, n.1 e 2, p.65-72, jan/dez., 1989.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L. de S.; SOUSA, J. C. D. de; LISEU, L. C.; BATISTA, L. B. Crescimento comparativo de cabritos comuns (sem raça definida) e cruzados com Anglo-nubianos no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.13, n.2, p.161-171, ago/dez., 1990.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L. de S.; SOUSA, J. C. D. de; LISEU, L. C. Avaliação de alguns caracteres reprodutivos e produtivos de caprinos da raça Anglo-nubiana, no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.14, n.1, p.65-82, 1991.

MEDEIROS, L. F. D.; SOUSA, J. C. D. de; COUTINHO, L. de S.; LISEU, L. C. Estudo

comparativo do crescimento de cabritos Anglo-nubianos, SRD (Sem Raça Definida) e meio Anglo-nubiano x SRD. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.15, n.1, p.7-19, 1992.

MEDEIROS, L. F. D.; SOUSA, J. C. D. de; VIEIRA, D. H.; LISEU, L. C.; COUTINHO, L. de S.; COSTA, F. A. Avaliação da produção de leite em caprinos da raça Anglo-nubiana no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural**, série Ciências da Vida, v.19, n.2, p.49-56, jan/dez, 1997.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; SCHERER, P. O. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p.44-47, set/out, 2001.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; SCHERER, P. O.; OLIVEIRA, C. A.; ALMEIDA, J. C. de C. Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.9, n.1, p.32-35, jan./abr., 2002a.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R.; CIDREIRA, R. G; LUNA, M. C. M. de; ZANINE, A de M.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.24, n.1, p.40-43, jan./fev., 2002b.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; LUNA, M. C. M. de; NETO, O. C. Avaliação de alguns aspectos de desempenho de caprinos da raça Anglo-nubiana, no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural**, série Ciências da Vida, v.24, n.2, p.103-118, jul/dez., 2004.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; FERREIRA, S. F.; SILVEIRA, J. P. F. da; TIERZO, V. L. Estudo do crescimento de cabritos das raças Saanen, Parda Alemã e cruzados (1/2 Saanen + 1/2 Parda Alemã). **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.62, n.1, p.55-62, 2005.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; RODRIGUES, V. C.; BARBOSA, C. G.; SCHERER, P. O. Características de reprodução, peso ao nascer e mortalidade de caprinos Anglo-nubianos, no município do Rio de Janeiro. I – Fatores que afetam o período de gestação, fertilidade e prolificidade. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, n.1, p.37-43, jan./abr., 2006a.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, J. P. de; RODRIGUES, V. C.; BARBOSA, C. G. Desempenho de um rebanho caprino Anglo-nubiano, no Município do Rio de Janeiro. II – Fatores que afetam o peso ao nascer e a mortalidade. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.63, n.2, p.71-81, 2006b.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; RODRIGUES, V. C.; BORGES, R. J. de C. L.; ROSSI, C. S.; MOURA, A. M. A. de. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.28, n.2, p.82-88, abr./jun., 2006c.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; FONSECA, C. E. M. da; PEDROSA, I. de A.; GUERSON, D. F.; PEREIRA, V. V.; MADEIRO, A. S. Avaliação de

parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.64, n.4, p.275-285, out/dez, 2007.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; MELLO, M. R. B. de; LOPES, P. R. B.; SCHERER, P. O.; FERREIRA, M. C. M. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; PASSOS, N. P.; PATRÍCIO, P. M. P.; SOUZA, D. C. de; COSTA, E. C. X. da; YOGUI, E. K.; FONSECA, M. V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.34, n.1, p.35-46, jan./mar., 2012.

MENDL, M. Assessing the welfare state. **Nature**, v.410, p.31-32, 2001.

MENEZES, M. P. C. **Variabilidade e relações genéticas entre raças caprinas nativas brasileiras, ibéricas e canárias**. Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Tese de Doutorado. 126p., 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA (MARA). Normas Climatológicas (1961 – 1990). **Departamento Nacional de Meteorologia (INMET)**. Brasília, DF. 1992. 84 p., 1992.

MITCHELL, D.; MALONEY, S. K.; JESSEN C., LABURN, H. P; KAMERMANA, P. R.; MITCHELL, G.; FULLER, A. Adaptive heterothermy and selective brain cooling in aridzone mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.131, p.571-585, 2002.

MONTEITH, J. L.; MOUNT, L. E. **Heat loss from animals and man**. Londres: Butterworths, 1974. 105p.

MONTY JÚNIOR., D. E.; KELLY, L. M.; RICE, W. R. Acclimatization of St Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense an dry summer heat. **Small Ruminant Research**, v.4, n.4, p.379-392, 1991.

MORAIS, D. A. E. F; MAIA, A. S. C; SILVA, R. G.; VASCONCELOS, A. M. de; LMA, P. de O.; GUILHERMINO, M. M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008.

MORAND-FEHR, P.; DOREAU, M. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. **INRA Productions Animales**, v.14, n.1, p.15-27, 2001.

MOREIRA, J. C.; SENE, E. de. **Geografia geral e do Brasil: espaço geográfico e globalizado**. Ed. Reform, São Paulo: Scipione, 2004. 560p.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Sulina, 1989.

NASCIMENTO, J. do; LEME, P. R.; FREITAS, M. A. R. de; SILVA, L. R. M. da; MONTAGNINI, M. I.; FREITAS, E. A. N. de. Aspectos de uma abordagem para o zoneamento ecológico da bovinocultura de corte e de leite o Estado de São Paulo. **Zootecnia**, SP, v.12, n.2, p.83-142, abr./jun., 1974.

NOGUEIRA FILHO, A. Ações de fomento do banco do Nordeste e potencialidades da caprino-ovinocultura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2. 2003. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba. p.43-55, 2003.

NUNES, J. F.; CIRÍACO, A. L. T.; SUASSUNA, U. **Produção e reprodução de ovinos e caprinos**. 2 ed. Fortaleza-CE: 1997, p.23-25.

OLIVEIRA, A. A. P.; LIMA, V. P. M. S. Aspectos econômicos da caprino-ovinocultura tropical brasileira. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA TROPICAL BRASILEIRA, 1994, Sobral, CE. **Anais...** Sobral: AMBRAPA-CNPC, 1994.

OLIVEIRA, A. L. de. **Aspectos genéticos de características adaptativas de cabras leiteiras em clima tropical**. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Mestrado. 41p., 2004.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007, 96p. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado. 96p. 2007.

OLIVEIRA, D. F. de; CRUZ, J. F. da; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; RONDINA, D.; FERRAZ, R. de C. N.; TEIXEIRA NETO, M. R. Desenvolvimento ponderal e características de crescimento de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.256-265, abr/jun, 2009.

OLIVIER, J. J. Breeding plants for Dorper sheep and Boer goats in South Africa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1, 2000. João Pessoa, PB. **Anais...** EMEPA-PB, João Pessoa-PB, 2000, p. 213-230.

ORAVCOVA, M; GROENEVELD, E; KOVAC, M. Estimation of genetic and environmental parameters of milk production traits in Slovak purebred sheep using test-day model. **Small Ruminant Research**, v.56, n.1-3, p.113-120, 2005.

PANT, K. P.; ARRUDA, F. de A. V.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. Role of coat colour in the body heat regulation among goats and hair sheeps in tropics. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.6, p.717-26, 1985.

PEREIRA, G. M. **Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos da raça Saanen no semi-árido paraibano**. Universidade de Campina Grande, Patos, PB. Monografia, 66p. 2008.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicada à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 196p.

PEREIRA, J. C. P. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. FEPMVZ. UFMG. Belo Horizonte, MG., 2001. 555 p.

PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N. Produção de cabras mestiças no semi-árido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32^a, 1995, Brasília, DF. **Anais...**Brasília, SBZ, p.737-738, 1995.

PIMENTA FILHO, E. C.; SARMENTO, J. L. R.; RIBEIRO, M. N. Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração da lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1426-1431, 2004.

PIMENTA FILHO, E. C.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; MEDEIROS, G. R. Correlações entre pluviosidade e características produtivas em caprinos no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1785-1789, 2009.

PIRES, M. de F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora, MG, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, 2006. 4p. (EMBRAPA/CNPGL. Comunicado Técnico, 52).

PIRES, M. de F. A.; SILVA JÚNIOR, J. L. da; CAMPOS, A.T. de; COSTA, L.C.; NOVÃES, L. P. **Zoneamento da região Sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade**. Juiz de Fora, MG, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, 2003. 21p. (EMBRAPA/CNPGL. Boletim de Pesquisa, 13).

PRUCOLI, L. O.; KALIL, E. B.; SANCHES RODA, D.; SANTOS, L. E. dos. Crescimento de caprinos das raças Anglo-nubiana, Toggenburg, e Moxotó, do nascimento a um ano de idade, do Posto de Ovinos e Caprinos de Itapetininga. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.38, n.2, p.205-17, jul/dez., 1981.

QUESADA, M.; McMANUS, C.; COUTO, F. A. A. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1021-1026, 2001.

RAUSCHENBACH, J. O.; YEROKHIN, P. F. **Quantitative estimation of heat tolerance in animals**. Publishing House NAUKA, Siberian Braiich, Novosibirsk, 1975.

REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 1^a ed. Editora Roca Ltda, São Paulo. SP. 351p. 1996.

RESENDE, M. D. VILELA de; PEREZ, J. R. H. R. **Genética e Melhoramento de Ovinos**. 1. ed. Curitiba: Editora UFPR, 2001. 186p.

RIBEIRO, S. D. de A. **Criação de Caprinos**. Ed. São Paulo, Nobel. 318p., il., 1998.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, F. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, 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, n.5, p.1165-1172, 2009.

RODRIGUES, A. Característica de reprodução, crescimento, mortalidade e produção de leite em caprinos Parda Alemã, Anglo Nubiana e Sem Raça Definida (SRD) nos cariris paraibanos. **Universidade Federal de Pernambuco, Areia, PB. Tese de Mestrado. 92 p., 1988.**

RUSHEN, J. Observations on the aversion of sheep to electroimmobilisation and physical restraint. **Australian Veterinary Journal**, v.63, n.2, p.63-64, 1986.

RUSHEN, J. Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. **Applied Animal Behavior Science**, v.28, n.4, p.381-386, 1991.

RUSHEN, J.; de PASSILLÉ, A. M. B. The scientific assessment of the impact of housing on animal welfare: a critical review. **Canadian Journal Animal Science**, v.72, p.721-743. 1992.

RYDER, M. L. Coat structure and seasonal shedding in goats. **Animal Production**, v.8, p.289-302, 1966.

SALLES, M. G. F. **Parâmetros fisiológicos e reprodutivos de machos caprinos Saanen criados em clima tropical**. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE. Tese (Doutorado em Ciências). 168p. 2010.

SANCHES RODA, D.; SANTOS, L. E. dos; CUNHA, E. A. da. Aspectos reprodutivos em cabras das raças Moxotó e Anglo-nubiana. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.52, n.1, p.57-62, 1995.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n. 1, p. 43-62, 2005.

SANTOS, D. O.; SIMPLÍCIO, A. A. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1835-1841, 2000.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS, F. S. M. dos S. **Adaptabilidade do tipo racial Marota e raça Saanen na subregião meio-norte do Brasil**. Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. Dissertação de Mestrado, 79p. 2007.

SANTOS, L. E. dos; SANCHES RODA, D.; DUPAS, W.; SANCHES, M. J.; GARCIA, W. Estudo do crescimento de cabritos das raças Anglo-nubiana, Moxotó e meio sangue Anglo-nubiano-Moxotó. **Zootecnia**, Nova Odessa, SP, v.22, n.4, p.297-317, out/dez., 1984.

SCHLEGER, A. V.; TURNER, H. G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.16, p.92-106, 1965.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. 5.ed. São Paulo: Livraria Editora Santos, 1996. 600p.

SCHNEIDER, P. L.; BEEDE, D. K.; WILCOX, C. J. Responses of lactating cows to dietary sodium source and quantity and potassium quantity during heat stress. **Journal Dairy Science**, v.69, n.1, p.99-110, 1986.

SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions; with reference to Northeast Brazil and the countries of the Caribbean, Central America and South America**. Sobral, CE: Embrapa-CNPC, Davis: University of California/SR-CRSP, 1990. 167 p.

SIBBALD, A. M; MOOM, S. P; HOOPER, R. J. Effects of social behaviour on the spatial distribution of sheep grazing a complex vegetation mosaic. **Applied Animal Behavior Science**, v.115, n.3-4, p.149-159, 2008.

SILVA, E. M. N. da; SOUZA, B. B. de; SILVA, G. de A.; CÉZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.30, n.3, p.516-521, 2006a.

SILVA, E. M. N. da; SOUZA, B. B. de; SILVA, G. de A.; CÉZAR, M. F.; FREITAS, M. M. S.; BENÍCIO, T. M. A. Avaliação hematológica de caprinos exóticos e nativos no Semi-Árido paraibano. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.32, n.2, p.561-566, 2008.

SILVA, E. M. N. da.; SILVA, B. de S.; SILVA, G. de A. Parâmetros fisiológicos e hematológicos em caprinos em função da adaptabilidade ao semi-árido. **Agropecuária Científica Semi-Árido**, v.6, n.3, p.1-6, 2010.

SILVA, F. L. R. da; ARAÚJO, A. M. de. Desempenho de cabras mestiças para produção de leite, nas condições semi-áridas do Nordeste. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. **Anais...Botucatu, SBZ**, p.240-242, 1998.

SILVA, F. L. R. da; ARAÚJO, A. M. de. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1028-1035, 2000.

SILVA, F. L. R. da; ARAÚJO, A. M. de. Características produtivas em caprinos mestiços, no Estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Lavras, MG. **Anais...Lavras, SBZ**, p.677-678, 2001.

SILVA, G. de A. **Efeito de fatores extrínsecos sobre parâmetros fisiológicos de caprinos no semi-árido paraibano**. Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB. Dissertação de Mestrado. 80p., 2005.

SILVA, G. de A.; SOUZA, B. B. de; SILVA, E. M. N. da; SILVA, A. K. B.; ACOSTA, A. A. A.; AZEVEDO, S. A.; AZEVEDO NETO, J. Determinação de parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de caprinos no semi-árido paraibano. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 1, E SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2, 2003, João Pessoa. **Anais... João Pessoa: EMEPA-PB**, 2003.

SILVA, G. de A.; SOUZA, B. B. de; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO, S. A.; AZEVEDO NETO, J.; SILVA, E. M. N. da; SILVA, A. K. B. Efeito das épocas do ano e de turno sobre os parâmetros fisiológicos e seminais de caprinos no semi-árido paraibano. **Agropecuária Científica Semi-Árido**, v.1, p.7-14, 2005a.

SILVA, J. H. V.; CAMPOS, J.; RODRIGUES, M. T.; CASTRO, A. C. G.; FILHO, S. C. V. Seleção de ração por cabras em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.237-239.

SILVA, R. G. da. Seleção para adaptação de bovinos aos trópicos. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1, 1989. Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, FUNEP, 1989. p.83-109.

SILVA, R. G. da. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1403-1411, 1999.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, R. G. da; ARANTES NETO, J. G. Aspectos genéticos da variação de características da pele e do pelame em vacas da raça Jersey. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, I, 1990. Fortaleza, CE. **Anais...** Sobral, EMBRAPA-CNPC, 1990. p.113-114.

SILVA, R. G. da; LA SCALA JÚNIOR, N. Propriedades radiativas do pelame e da epiderme de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 3, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, PR, 2001. CDROM.

SILVA, R. G. da; LA SCALA JÚNIOR, N.; POCAI, P. L. B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1939-1947, 2001.

SILVA, R. G. da; LA SCALA JÚNIOR, N.; LIMA FILHO, A. E., CATHARIN, M. C. Respiratory heat loss in the sheep: a comprehensive model. **Journal Biometeorology**, v.46, p.36-140, 2002.

SILVA, R. G. da; LA SCALA JÚNIOR; TONHATI, H. Radiative properties of the body surface of cattle and other animals. **Transaction of the ASAE**, v.46, p.913-918, 2003.

SILVA, R. G. da; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl., p.1192-1198, 2007.

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

SILVA, R. R. **Agribusiness da caprinocultura de leite no Brasil**. Salvador: Bureau, 1998. 74p.

SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P.; FRANCO, I. L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M. A.; BONOMO, P.; PRADO, I. N.; ALMEIDA, V. S. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de Holandês x Zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.75-85, 2005b.

SIMPLÍCIO, A. A. Reprodução na espécie caprina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.3, n.2, p.7-16, 1980.

SINGH, B.; ROY, A. Studies on certain aspects of sheep and goat husbandry. **V. Effect of season on respiration and pulse rate of Corriedale and Bikaneri sheep and Jamnapari goat.** *College Veterinary Science Animal*, 1963.

SINGH, K.; BHATTACHARYYA, N. K. Cardiorespiratory activity in Zebu and their F crosses with European breeds of dairy cattle at different ambient temperatures. **Livestock Production Science**, [S.l.], v. 24, p. 119-128, 1990.

SKONHOFT, A; AUSTRHEIM, G; MYSTERUD, A. A bioeconomic sheep-vegetation trade-off model: an analysis of the Nordic sheep farming system. **Natural Resource Modeling**, v.23, n.3, p.354-380, 2010.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. **Goat medicine.** Philadelphia:Lea&Febiger, 1994. 620p.

SOARES FILHO, G.; McMANUS, C.; MARIANTE, A. da S. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.133-140, 2001.

SOUSA, W. H. de; LEITE, R. de M. H.; LEITE, P. R. de M. **Raça Boer: caprinos de corte.** 2. ed. João Pessoa: EMEPA-PB, 1998. 31p. (EMEPA-PB. Documentos, 21).

SOUSA, W. H. de; SANTOS, E. S. dos. **Criação de caprinos leiteiros: uma alternativa para o semi-árido.** João Pessoa: EMEPA-PB, 1999. 207p.

SOUSA JÚNIOR, S. C. de; MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M. de; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em Região Semi-Árida. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

SOUZA, B. B. de. **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção.** 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/index.htm>. Acesso em: 13/5/2011.

SOUZA, B. B. de; SILVA, R. M. N. da; MARINHO, M. L.; SILVA, G. de A.; SILVA, E. M. N. da; SOUZA, A. P. de. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no Semi-Árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31,n.3, p.883-888, 2007.

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**, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008a.

SOUZA, B. B. de; SOUZA, E. D. de; SILVA, R. M. N. et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no Semi-Árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.314-320, 2008b.

SOUZA, B. B. de; SILVA NETO, F. L.; PORTO, M. L.; GOMES, T. L. S. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça Saanen em confinamento no sertão paraibano. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE,4, 2009a. João Pessoa, PB. **Anais...**, João Pessoa: Sincorte, 2009a.

SOUZA, B. B. de; SILVA, I. J. de O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A. GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica Semi-Árido**, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

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

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**, Lavras, v.29, n.1, p.177-184, jan./fev., 2005.

SOUZA, P. T. **Estresse térmico em cabras Saanen nos períodos seco e chuvoso criadas em clima tropical quente e úmido no Estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado, 60p. 2010.

SOUZA, P. T.; SALLES, M. G. F.; ARAÚJO, A. A. Avaliação dos parâmetros fisiológicos de cabras Saanen criadas em clima tropical semi-úmido no Estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009b, Maringá, PR. **Anais...**, Maringá: SBZ, 2009b.

SOUZA, W. de. **Comportamento de bovinos de corte e o microclima em sistemas silvipastoris com eucaliptos**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR. Dissertação de Mestrado, 96p. 2008.

SOUZA JÚNIOR, M. D. de. **Características de adaptabilidade em bovinos de corte**. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. Revisão de literatura. 23p. 2009.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; NEGRÃO, J. A.; MAIA, A. S. C.; BUENO, A. R. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

SYMINGTON, R. B. Studies on the adaptability of three breeds of sheep to a tropical environment modified by altitude. II. Responses in body, skin and coat temperatures, cardio-respiratory frequencies and rate moisture secretion of ewes to the diurnal fluctuation in ambient temperature during the hottest part of the year. **Journal of Agricultural Science**, v.55, p.295-302, 1960.

TABBAA, M. J.; AL-ATYAT, R. Breeding objectives, selection criteria and factors influencing them for goat breeds in Jordan. **Small Ruminant Research**, v.84, p.8-15, 2009.

TEETER, R. G. Estresse calórico em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP, **Anais...**, Campinas, p.33-44, 1990.

TORRES, A. di P.; JARDIM, W. R.; JARDIM, L. M. B. F. **Manual de zootecnia: raças que interessam ao Brasil**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 2ed. 1982. 303p. II.

URIBE-VELÁSQUEZ, L. F.; OBA, E.; BRASIL, L. H. de A.; SOUSA, F. N. de; WECHSLER, F. S. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P₄) e estradiol 17-b (E₂) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.388-393, 2001.

VIEIRA, M. I. **Criação de cabras: técnicas práticas e lucrativas**. São Paulo, SP. Nobel, 310 p., 1984.

VILAR FILHO, A. C.; BIRGEL, E. H.; BARNABE, V. H. Características testiculares e seminais de caprinos criados na região Semi-árida do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.17, n.1-2, p.17-22, 1993.

VILLARES, J. B. A eficiência dos ruminantes para utilizar alimentos nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, Fortaleza, 1986. **Anais...**Brasília, DF, EMBRAPA-DIE, 1990, p.33-45.

WEBSTER, A. J. F. Environmental stress and the physiology performance and health of ruminants. **Journal Animal Science**, v.57, n.6, p.1584-1593, 1983.

WILSON, L. L.; KATSIANIS, T. S.; DORSETT, A. A.; CATHOPOULIS, T. E.; GREAVES, A. G.; BAYLOR, J. E. Performance of native and Anglo-nubian crosses and observations and improve pastures for goats in Bahamas. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v.57, n.2, p.183-90, 1980.

YOUNG, B. A. Effect of environmental stress on nutrient needs. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal**. New Jersey: Prentice Hall, p.456-467, 1988.

YOUSEF, M. K. Principles of bioclimatology and adaptation. In: JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and the adaptation of livestock**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.17-31.

YOUSEF, M. K.; JOHNSON, H. D. Physiological thermoneutrality zones of cattle. In: INTERNACIONAL BIOMETEOROLOGY CONGRESS, 3, 1963, France. **Proceedings...** p.477-484.

YOUSEF, M. K.; HAHN, L.; JOHNSON, H. D. Adaptation of cattle. In: HAFEZ, E. S. E. **Adaptation of domestic animals**. Philadelphia, Lea & Febiger. 1968, p.233-245.

CAPÍTULO I

DESEMPENHO E TOLERÂNCIA AO CALOR DE CABRITOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS NA REGIÃO DA BAIXADA FLUMINENSE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

RESUMO

Foram utilizados ao todo 125 cabritos mestiços, sendo 34 $\frac{1}{2}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina (PA), 33 $\frac{1}{2}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana (AN), 30 $\frac{3}{4}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina (PA) e 28 $\frac{1}{4}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{4}$ Anglo-nubiana (AN) + $\frac{1}{2}$ Boer (BO), visando comparar o desempenho em regime semi-intensivo. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os grupos genéticos, com relação ao peso, nas diversas etapas estudadas (peso ao nascer, a desmama e ao abate). Os pesos ao nascer, ao desmame e ao abate foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelo sexo da cria e tipo de nascimento. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre o ganho de peso diário no período pré e no pós-desmama. Os ganhos de pesos nesses períodos foram influenciados significativamente ($P < 0,01$) pelo grupo genético, pelo sexo da cria e tipo de nascimento ($P < 0,01$). Os ganhos de peso médio diário no período pré-desmama foram 136,55, 147,14, 139,16 e 157,02g/dia e no período pós-desmama foram 116,43, 126,62, 117,26 e 132,62g/dia, respectivamente, para $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO. Foram observadas correlações altas e positivas, tanto entre peso ao nascer e peso à desmama ($r = 0,823$), como entre o peso ao nascer e ganho de peso do nascimento à desmama ($r = 0,838$). As taxas de mortalidade observadas do nascimento até a desmama e da desmama até a idade de abate foram, respectivamente, 2,68 e 0,63,% para o $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, 2,51 e 0,51% para o $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, 2,73 e 0,62% para o $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e 2,51 e 0,44% para o $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO. Houve diferença na temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC) entre os grupos genéticos, pela manhã ($P < 0,05$) e a tarde ($P < 0,01$). A média da TR, FR e FC variou significativamente ($P < 0,01$), entre o turno (manhã e tarde) e dias, como consequência de variações na temperatura ambiente. Cabritos mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN) e ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO) apresentaram TR, FR e FC mais baixas do que os mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA) e ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA), que se revelaram no presente estudo mais sensíveis ao estresse térmico. Pela aplicação do índice de tolerância ao calor (ITC) de Rauschenbach e Yerokhin, os cabritos $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e os $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA obtiveram o ITC de 68,31 e 67,51, respectivamente. Na mesma sequência o $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN e o $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO, 78,37 e 79,87. Pela aplicação do referido método de estimativa de tolerância ao calor, os dois últimos grupos genéticos foram mais tolerantes às condições climáticas da Baixada Fluminense, Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Cabritos, cruzamento, índice de tolerância ao calor, parâmetros fisiológicos, taxa de mortalidade

ABSTRACT

PERFORMANCE AND HEAT TOLERANCE OF CROSSBREED KIDS IN METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO STATE

This study were used a hundred twenty five goats to compare the growth, being 34 $\frac{1}{2}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{2}$ Parda Alpine (PA), 33 $\frac{1}{2}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{2}$ Anglo-nubian (AN), 30 $\frac{3}{4}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{4}$ Parda Alpine (PA) and 28 $\frac{1}{4}$ Saanen (SA) + $\frac{1}{4}$ Anglo-nubian (AN) + $\frac{1}{2}$ Boer (BO), raised in a semi-intensive system. There was a significative difference ($P < 0.01$) between the genetic groups, respecting to weights, in all the study stages (birth weights, weaning and slaughter). The birth weights, at weaning and at slaughter were significant influenced ($P < 0.01$) by the kids sex and birth type. There was a significative difference ($P < 0.01$) between daily weight gain until weaning and post weaning. The weight gain in this periods was significative influence ($P < 0.01$) by genetic group, kids sex and birth type. Daily average weight gains until weaning were 136.55, 147.14, 139.16 and 157.02g/day and in the post weaning period were 116.43, 126.62, 117.26 and 132.62g/day, respectively, for $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA and $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO. High and positive correlation between birth weight and weaning weight ($r = 0.823$) and birth weight and weight gain until weaning ($r = 0.838$) were observed. Mortality rates observed from birth to weaning and from weaning to slaughter were, respectively, 6.20 and 0.43% for $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, 6.02 and 0.35% for $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, 6.15 and 0.87% for $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA and 5.95 and 0.52% for $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO. There was a difference in body temperature (BT), respiratory rate (RR) and cardiac beat (CB) between genetics groups, in the morning ($P < 0.05$) and afternoon ($P < 0.01$). There was a significant ($P < 0.01$) variation of the average of BT, RR and CB between shift (morning and afternoon) and days, as a result of the variation in air temperature. The $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN and $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO showed the BT, RR and CB lowest than the $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA and $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA, which revealed in the present study to be more sensitive to thermic stress. According to Rauschenbach & Yerokhin's heat tolerance rate (HTR), the $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA and $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA obtain the HTR of 68.31 and 67.51, respectively. In the some sequence the $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN and $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO obtain, 78.37 and 79.87. Using the mention methods of heat tolerance, the last two genetics groups were more heat tolerance to the climate conditions of Baixada Fluminense, Metropolitan Region of Rio de Janeiro State.

Key words: Comparative growth, heat tolerance rate, mortality rate, physiologic parameters

1 INTRODUÇÃO

A curva de crescimento de mamíferos apresenta uma fase inicial de crescimento mais acelerado e um ponto de inflexão associado à puberdade (OWENS et al., 2001), sendo que os melhores índices de conversão alimentar e ganho de peso são conseguidos com animais jovens, possuindo até 30% do peso de animais adultos, por conseguinte, para a obtenção de elevados ganhos diários de peso, seria desejável aproveitar essa fase, onde os resultados econômicos seriam mais expressivos (CUNHA et al., 2004).

A literatura tem relatado uma correlação positiva e alta entre o peso ao nascer e o desenvolvimento ponderal, afetando o peso em diferentes idades, inclusive o peso à cobertura, que é importante no desempenho reprodutivo do rebanho.

O baixo peso ao nascer tem sido relatado como a causa mais frequente de mortalidade de caprinos no período pós-parto. Esse fator assume grande importância na viabilidade e sobrevivência de animais jovens, com forte impacto no retorno econômico de todos os sistemas e tipos de produção de caprinos.

Na região Sudeste do Brasil, a caprinocultura vem se desenvolvendo e estruturando, baseando-se na criação de raças exóticas como a Anglo-nubiana de dupla utilidade (leite e carne), a Boer para produção de carne, ambas do tronco africano, além de apresentarem elevada rusticidade (CUNHA et al., 2004; MEDEIROS et al., 2006 e 2012) e, as raças do tronco europeu, como a Parda Alemã, a Parda Alpina, a Saanen e a Toggenburg, de aptidão leiteira, entretanto, com consideráveis pesos ao nascimento e a desmama (MEDEIROS et al., 2005 e 2012; LÔBO et al., 2009). Todavia, a exploração econômica da atividade da Baixada Fluminense região ainda é insipiente, principalmente no que se refere à produção de carne, em função da escassez de animais voltados para esta finalidade.

O clima tem sido um dos fatores regionais que mais influenciam na adaptação da nova prevalência genética com a introdução de raças exóticas (principalmente as de origens européias) em um país tropical, pois em seus países de origem, geralmente, a temperatura do ar apresenta, na maior parte do ano, valores mais baixos que o do corpo do animal. Nestes casos os animais perdem uma quantidade excessiva de calor (via evaporativa) para o ambiente, para manter a temperatura corporal em níveis aceitáveis fisiologicamente, podendo comprometer o desempenho produtivo, decorrente dos efeitos dos agentes climáticos e das suas interações do ambiente reinantes.

Para o Estado do Rio de Janeiro, o cruzamento de animais de raças europeias especializados em produção de leite com animais das raças Anglo-nubiana e Boer de aptidão para corte, pode ser uma alternativa viável para o aumento da produção de carne caprina, devido à heterose, permitindo a introdução ou aumento rápido na frequência de genes favoráveis para ganho de peso, maior rusticidade das crias, bem como reduções na taxa de mortalidade (MEDEIROS et al., 2012). Entretanto, a utilização da prática do cruzamento entre as raças de caprinos exóticos (europeus *versus* africanos), na tentativa de melhorar rapidamente a produção (corte e/ou leite), é pouco utilizada. Além disso, esta alternativa deve ser feita com reservas, visto que temos ainda poucas informações sobre o desempenho produtivo de cabritos mestiços oriundos de programas de cruzamento entre raças exóticas no Estado do Rio de Janeiro, em particular na região da Baixada Fluminense.

Neste contexto, os cruzamentos entre raças exóticas, na tentativa de melhorar rapidamente a produção dos animais, têm que ser acompanhados com prudência e de forma regular, sem trazer prejuízos à adaptação e à qualidade dos animais. Além dos cruzamentos estratificados, considerando a raça ou tipo nativo (local) como material base em programas de melhoramento genético direcionado, para determinada região. Na região da Baixada Fluminense, os caprinos Sem Padrão de Raça Definida (SPRD) podem ser útil como tipo base

para produção de F1 para corte com raças exóticas (MEDEIROS et al., 1990 e 1992) ou para formação de outros compostos entre estes o *three cross* (SOUSA et al., 2006).

A heterogeneidade dos componentes climáticos, físicos e socioeconômicos evidencia peculiaridades em cada região. Portanto, é preciso implementar programas de melhoramento genético animal que atenda as necessidades de cada região (LOPES, 2011).

Pesquisas referentes às condições climáticas associadas com estudos de parâmetros fisiológicos, como temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca são importantes para se conhecer a adaptabilidade dos animais criados em determinada região, servindo para comparar diferentes raças ou grupos genéticos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho, taxa de mortalidade, determinação de parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca) e o índice de tolerância ao calor de Rauschenbach e Yerokhin em cabritos mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana, $\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina e $\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{2}$ Boer, criados em regime semi-intensivo no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo referem-se a um criatório de caprinos localizado na colônia agrícola da Ilha de Guaratiba, ao nível do mar, Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense (Região Metropolitana), Estado do Rio de Janeiro. O estudo foi conduzido pelo Programa de Desenvolvimento da Caprinocultura do Município do Rio de Janeiro (CAPRI-RIO) da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social (SMDS), com o apoio do Programa de Gerenciamento de Cabras Leiteiras (GEROCABRA) do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal (DRAA) do Instituto de Zootecnia, UFRRJ e da associação dos produtores rurais da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro.

Geograficamente, o Município do Rio de Janeiro situa-se a 43°32' de longitude Oeste e 22°55' de latitude Sul de GW, aproximadamente, e a uma altitude de menos de 25m acima do nível do mar. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima é descrito como Aw. A temperatura média anual é 23,8°C, a média das máximas é 27,9°C e das mínimas 21°C, a temperatura máxima absoluta é 38,9°C e a mínima 11,2°C, a umidade relativa média é 79%, e a precipitação anual média é 1279,8mm, concentrada nos meses de outubro a março (FIDERJ, 2008).

Foram utilizadas 125 crias nascidas no inverno (05/08 a 26/08/2008), distribuídas em três diferentes grupos genéticos, sendo 34 mestiços ½ Saanen (SA) + ½ Pardo Alpino (PA), 33 ½ Saanen (SA) + ½ Anglo-nubiano (AN), 30 ¾ Saanen (SA) + ¼ Pardo Alpino (PA) e 28 ¼ Saanen (SA) + ¼ Anglo-nubiano (AN) + ½ Boer (BO), sendo 65 machos e 60 fêmeas, 56 crias oriundas de partos simples e 69 de partos duplos.

As matrizes foram mantidas em regime semi-intensivo alimentadas com “capim” elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach, cv. Napier) picado à vontade mais suplementação concentrada em todo o período de gestação.

As crias foram separadas das mães com um dia de idade, recebendo colostro na primeira semana de vida, através de mamadeira, fornecida três vezes ao dia. A partir da primeira semana, os animais recebiam leite de vaca até o desmame. A quantidade de leite foi a mesma para todos os animais, sendo 500g na primeira semana, 750g da segunda à quarta semana e 1000g da quinta à 12ª semana de idade (84 dias), quando foi feito a desmama das crias.

A partir da segunda semana, os animais começaram a ter acesso à pastagem de “capim” humidicola/quicuí da amazônia (*Brachiaria humidicola*), além de receberem “capim” elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach, cv. Napier), oferecido picado em pedaços de 5 a 10cm, em cochos, ou inteiro em manjedouras, no cabril. O cabril era de alvenaria de piso suspenso (ripado), com cobertura de telha de barro do tipo francesa. A orientação do eixo maior da cobertura era norte-sul. A instalação era dotada de dois currais em áreas cimentadas descobertos e um solário, com bretes e tronco de contenção para 8 a 12 animais de cada vez.

Da quarta até a 12ª semana (época da desmama), os animais receberam ração concentrada (comercial) em quantidades crescentes até 200g/cabeça/dia (18,5% PB e 2.600 Kcal).

A partir da quinta semana, os animais receberam feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), 3 a 4 vezes por semana e a partir da décima semana, foi incluído na dieta dos animais o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) oferecido verde em forma de feixes ou colocado em cochos, três vezes por semana, este manejo alimentar foi até 11ª semana de idade.

A partir da 12ª semana (desmama) até o abate (24ª semanas de idade), os animais foram alimentados com capim elefante picado, à vontade, e uma dieta composta por feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), mais uma mistura concentrada (milho,

soja, óleo vegetal e sal mineral). A ração formulada continha na composição química da dieta: 73,5% de NDT; 18,8% de PB; 0,6% de P e 0,8 de Ca, distribuída duas vezes ao dia (uma porção pela manhã e a outra à tarde), na quantidade de 2,5% do PV, corrigida semanalmente, até a idade de abate, 168 dias (24ª semana), cujos dados da dieta concentrada e do feno em valores percentuais, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Composição da ração em termos de participação percentual dos ingredientes.

| Ingrediente | % |
|---------------------|-----|
| Farelo de milho | 45 |
| Farelo de soja | 23 |
| Farelo de trigo | 10 |
| Óleo vegetal | 1 |
| Sal mineral | 1 |
| Feno de coast cross | 20 |
| Total | 100 |

Todos os animais foram descornados nas duas primeiras semanas de vida.

As práticas de manejo sanitário, dispensadas às crias foram o corte e cura do umbigo logo após o nascimento. O controle parasitário com base em exames parasitológicos de fezes (OPG) foi realizado conforme o calendário profilático da propriedade. Sendo que a primeira vermifugação das crias ocorreu cerca de três semanas após sua saída para o pasto. O sistema de manejo empregado foi o semi-intensivo. Os animais tinham acesso ao pasto por volta das 8 às 11 horas e/ou das 15 às 18 horas, porém nos meses mais quentes, notadamente, a partir do terço final da primavera (novembro/dezembro) e primeira metade do verão (terço final do mês de dezembro/janeiro e o primeiro terço do mês de fevereiro) os animais passaram a ter acesso ao pasto das 7 às 10 horas da manhã e/ou das 16 às 19 horas. Porém, estes horários eram alterados nos dias de determinação dos parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca) e por ocasião da aplicação do teste de tolerância ao calor de Rauschenbach e Yerokhin (1975); nestes dias os animais tiveram acesso ao pasto entre 17 às 20 horas.

Foram realizadas pesagens ao nascer, ao desmame (aos 84 dias de idade) e aos 168 dias, idade prevista para o abate. As pesagens eram realizadas pela manhã estando os animais em jejum alimentar. A coleta dos dados foi realizada sistematicamente em intervalos de 28 dias, desde o nascimento até os 168 dias de idade.

A metodologia aplicada para aferição da temperatura retal (TR) consistiu na introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala de 33 até de 44°C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de seis centímetros, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do animal, permanecendo por um período de cinco minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados. A obtenção da frequência respiratória (FR) foi realizada por meio da auscultação indireta (auscultação mediata) das bulbas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência respiratória em movimentos por minuto (mov./min.). A frequência cardíaca (FC) foi aferida também como 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, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bat./min.).

A TR, FR e FC dos animais foram registradas, às 09 e às 15 horas, em seis dias consecutivos, na segunda metade da primavera (25/10 e 20/12) e seis na primeira metade do verão (21/12/2008 a 09/02 de 2009), perfazendo 12 dias.

Para a determinação do índice de tolerância ao calor (ITC) de Rauschenbach e Yerokhin, através da fórmula:

$ITC = 2 (0,5 t_2 - 10 dt + 30)$, em que:

ITC = índice de tolerância ao calor;

t_2 = temperatura do ar à tarde;

dt = diferença entre a temperatura corporal à tarde e a temperatura corporal pela manhã (zona da termoneutralidade).

Nas duas últimas semanas do experimento, entre os dias 27/01 e 09/02/2009, aplicou-se o ITC proposto por Rauschenbach e Yerokhin (1975).

A temperatura retal (TR1) dos animais foi tomada às 7 horas da manhã dentro do cabril, após recebiam alimentação até 10:00 horas e água até as 13:00 horas; às 14:00 horas foram conduzidos ao sol (solário cimentado anexo ao cabril), permanecendo por uma hora, às 15:00 horas foi tomada a segunda temperatura retal (TR2), no próprio solário, em um tronco de contenção, após voltavam para o cabril onde recebiam água e alimentação. Esta metodologia foi realizada por seis dias não consecutivos, em dias ensolarados, sem nebulosidade e pouca velocidade do ar. Para o teste, foram utilizados 48 animais, sendo 12 de cada grupo genético, entre 150 e 165 dias de idade. O ITC foi modificado, visto que o original, os animais ficariam o dia todo (manhã e tarde) no sol, o que levaria os animais a um estresse térmico desnecessário.

Sendo a temperatura ambiente nessa região uma das mais elevadas do Estado, foram utilizados como indicadores de conforto animal, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Temperatura do Globo Negro (ITGU).

O ITU foi usado para medir o conforto térmico dos animais dentro do cabril, pela manhã e à tarde. Para calcular o ITU foi utilizado um equipamento portátil afixado (psicrômetro não ventilado) dentro da instalação, protegido da radiação e do vento. Para calcular o ITGU, além do psicrômetro não ventilado foi utilizado um globo negro de Vermon, colocado a uma altura média do flanco do cabrito, dentro do cabril e em campo aberto, no sol. Todas as leituras ocorreram em intervalos de 30 minutos, no período das 6 às 18 horas, durante o tempo de estudo (primavera e a primeira metade do verão).

As características avaliadas nas crias foram peso ao nascer (PN), aos 84 dias e 168 dias de idade, respectivamente a desmama (PD) e ao abate (PA) e ganhos de peso do nascimento a desmama e da desmama ao abate. Os dados sobre (PN, PD e PA) foram analisados para se detectar eventuais diferenças sobre três parâmetros: grupo genético (GG), sexo (S) e tipo de nascimento (TN).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de $4 \times 2 \times 2 \times 3$, quatro grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO, dois sexos (macho e fêmea) dois tipos de nascimento (simples e duplos) e três pesagens. (PN, PD e PA).

Nas análises estatísticas, utilizou-se o procedimento General Linear Model (GLM) do modelo estatístico System Analysis Statistical (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico usado na análise do peso, a desmama e ao abate foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + GG_i + S_j + TN_k + (S*TN)_{jk} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = observação feita na cria l, do tipo de nascimento k, do sexo j, do grupo genético i;

μ = média geral comum a todas as observações;

GG_i = efeito do grupo genético i , sendo $i = 1$ ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina); 2 ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana); 3 ($\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina); 4 ($\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{2}$ Boer);
 S_j = efeito do sexo j , sendo 1 (macho); 2 (fêmea);
 TN_k = efeito do tipo de nascimento k , sendo 1 (simples); 2 (duplo);
 $(S*TN)_{jk}$ = efeito da interação sexo e tipo de nascimento;
 e_{ijkl} = erro aleatório suposto normalmente distribuído.

Para as características fisiológicas TR, FR e FC os dados foram avaliados para as seguintes fontes de variação: grupo genético (GG), manhã e tarde (MT) e dias (D).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de $4 \times 2 \times 12$, quatro grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), dois turnos de coleta (manhã e tarde) e 12 dias não consecutivos.

Nas análises estatísticas, utilizou-se o procedimento General Linear Model (GLM) do modelo estatístico System Analysis Statistical (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico usado na análise da TR, FR e FC foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + GG_i + MT_j + D_k + (GG*MT)_{ij} + (GG*D)_{ik} + (MT*D)_{jk} + (GG*M*TD)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = observação feita na cria l , do dia k , da manhã e tarde j , do grupo genético i ;

μ = média geral comum a todas as observações;

GG_i = efeito do grupo genético i , sendo $i = 1$ ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina); 2 ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana); 3 ($\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina); 4 ($\frac{1}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{2}$ Boer);

MT_j = efeito manhã e tarde, sendo $j = 1$ (manhã); 2 (tarde);

D_k = efeito do dia, sendo $k = 1, \dots, 12$;

$(GG*MT)_{ij}$ = efeito da interação do grupo genético e manhã e tarde;

$(GG*D)_{ik}$ = efeito da interação do grupo genético e dias;

$(MT*D)_{jk}$ = efeito da interação manhã e tarde e dias;

$(GG*MT*D)_{ijk}$ = efeito da interação do grupo genético, manhã e tarde e dias;

e_{ijkl} = erro aleatório suposto normalmente distribuído.

Para a aplicação do ITC de Rauschenbach e Yerokhin, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4×2 , quatro grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), dois turnos de coleta (manhã e tarde), com seis repetições.

Para análise estatística do ITC foi utilizado o mesmo procedimentos anteriores (GLM) do programa SAS (1996). A comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi determinada a correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas e as suas correlações com as variáveis ambientais, temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR). Assim como, os da TA e UR e a dos índices de ambiência ou conforto térmico (ITU e ITGU).

Foi registrada a taxa de mortalidade para cada grupo genético estudado. Para tanto, além dos 125 cabritos acompanhados neste estudo, foi feita a anotação da taxa de mortalidade do nascimento a desmama, e da desmama a idade prevista para abate, em outras 105 crias do plantel dos mesmos grupos genéticos, totalizando 230 animais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos médios obtidos ao nascer, a desmama (84 dias de idade) e aos 168 dias (idade de abate), os ganhos de peso do nascimento a desmama e da desmama ao abate encontram-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente, para cada grupo genético, sexo e tipo de nascimento.

Tabela 4. Pesos de cabritos ao nascimento, a desmama aos 84 dias e ao abate aos 168 dias de idade.

| Fonte de variação | (n) | Médias ± Erro Padrão | | |
|-------------------------------------|-----|----------------------|---------------|---------------|
| | | Nascimento (kg) | Desmama (kg) | Abate (kg) |
| Média geral | 125 | 4,07 ± 0,05 | 16,24 ± 0,28 | 26,57 ± 0,41 |
| Grupo genético (GG): | | | | |
| ½ Saanen + ½ Parda Alpina | 34 | 3,93 ± 0,04a | 15,40 ± 0,26a | 25,18 ± 0,38a |
| ½ Saanen + ½ Anglo-nubiana | 33 | 4,18 ± 0,05b | 16,54 ± 0,28b | 27,14 ± 0,39b |
| ¾ Saanen + ¼ Parda Alpina | 30 | 3,97 ± 0,04a | 15,66 ± 0,26a | 25,51 ± 0,37a |
| ¼ Saanen + ¼ Anglo-nubiana + ½ Boer | 28 | 4,22 ± 0,05b | 17,41 ± 0,28c | 28,55 ± 0,40c |
| Sexo (S): | | | | |
| Macho | 65 | 4,25 ± 0,05a | 17,78 ± 0,29a | 28,80 ± 0,41a |
| Fêmea | 60 | 3,90 ± 0,04b | 14,70 ± 0,25b | 24,33 ± 0,36b |
| Tipo de nascimento (TN): | | | | |
| Simplex | 57 | 4,30 ± 0,05a | 17,68 ± 0,29a | 28,82 ± 0,42a |
| Duplos | 68 | 3,85 ± 0,03b | 14,80 ± 0,26b | 24,35 ± 0,36b |

(n) = número de observações

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator principal de variação (classificação), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Ganho de peso médio diário de cabritos até a desmama aos 84 dias e pós-desmama até 168 dias de idade.

| Fonte de variação | (n) | Médias ± Erro Padrão | |
|-------------------------------------|-----|----------------------|-----------------|
| | | Até a desmama (g) | Pós-desmama (g) |
| Média geral | 125 | 144,89 ± 2,37 | 123,13 ± 2,13 |
| Grupo genético (GG): | | | |
| ½ Saanen + ½ Parda Alpina | 34 | 136,55 ± 2,35a | 116,04 ± 2,05a |
| ½ Saanen + ½ Anglo-nubiana | 33 | 147,14 ± 2,39b | 126,62 ± 2,21b |
| ¾ Saanen + ¼ Parda Alpina | 30 | 139,16 ± 2,32a | 117,26 ± 2,09a |
| ¼ Saanen + ¼ Anglo-nubiana + ½ Boer | 28 | 157,02 ± 2,63c | 132,62 ± 2,25c |
| Sexo (S): | | | |
| Macho | 65 | 161,07 ± 3,01a | 131,90 ± 2,27a |
| Fêmea | 60 | 128,57 ± 2,24b | 114,64 ± 2,05b |
| Tipo de nascimento (TN): | | | |
| Simplex | 57 | 159,28 ± 2,97a | 132,26 ± 2,31a |
| Duplos | 68 | 130,35 ± 2,22b | 113,69 ± 2,02b |

(n) = número de observações

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator principal de variação (classificação), não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os grupos genéticos com relação ao peso ao nascer, à desmama e ao abate. Os cabritos mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA) e ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA) apresentaram menores médias de peso ao nascimento em comparação aos mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN) e o *three cross* ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), conforme consta na Tabela 4. Não houve diferença ($P > 0,05$) de peso nas etapas do estudo (peso ao nascer, desmama e abate), entre os mestiços de 1ª geração, (F1) ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA) e os de 2ª geração (F2) ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA), ambos europeus. Contudo os animais F2 obtiveram maiores médias de peso em todas as etapas do trabalho. Talvez, o fato seja justificado em razão dos mestiços F2 apresentarem 75% de genes da raça Saanen, sendo esta de maior porte, conforme Tabela 4.

O melhor desempenho de crescimento dos mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN) e ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO) nas etapas consideradas, em especial o *three cross*, pode ser devida ao fato que as raças Anglo-nubiana e Boer, sendo do tronco africano, podem ter gerado um impacto positivo no cruzamento com a raça Saanen do tronco europeu. Esta inclinação está relacionada, possivelmente, com o potencial genético transmitido pelo Anglo-nubiano produzindo mestiços de 1ª geração (F1) com pesos médios maiores comparados aos mestiços (F1 e F2) oriundos do cruzamento entre os animais europeus do mesmo tronco (Saanen x Parda Alpina) e a introdução da raça Boer para a obtenção do *three cross*, que apresentou o melhor desempenho. Outra explicação para isso é que, geralmente, animais de origem africana apresentam maior capacidade de adaptação às condições tropicais, por possuírem melhores mecanismos autônomos de controle térmico (LIGEIRO et al., 2006). Indicando que talvez as combinações gênicas $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO (50 e 75% de genes africanos, respectivamente) tenham tido melhor interação com o meio ambiente da Baixada Fluminense, em comparação com os outros dois tipos de mestiços oriundos de raças europeias (Tabela 4).

Em estudo realizado por Silva e Araújo (2000) em caprinos mestiços submetidos às condições climáticas do semi-árido nordestino, verificaram que as crias $\frac{3}{4}$ Parda Alpina + $\frac{1}{4}$ Moxotó e as *three cross* ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina + $\frac{1}{4}$ Moxotó) foram mais pesadas que as crias $\frac{1}{2}$ Parda Alpina + $\frac{1}{2}$ Moxotó, provavelmente em função do maior percentual de sangue exótico observado nestes dois grupos genéticos, no período do nascimento até a desmama, aos 84 dias de idade.

Medeiros et al. (2012) verificaram um bom desempenho de mestiços F1 oriundos de exogamia entre raças do tronco europeu e africano ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Saanen e os $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino) para corte, na Baixada Fluminense.

Segundo Quadros (2012) a herdabilidade média para os atributos de peso ao nascer e ao desmame é de 32 e 27% respectivamente, para animais da raça Boer, com boa possibilidade de ganho genético. Talvez este fato possa ter refletido no *three cross* ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), onde apresentaram no referido estudo, as maiores médias de peso ao nascimento, em especial a desmama e ao abate, conforme Tabela 4.

Na formação de grupos genéticos entre raças caprinas, a heterose retida é variável, sendo maior quando é aumentado o número de raças envolvidas na exogamia. Quando diferentes raças são cruzadas novas combinações de formas de genes nos indivíduos mestiços são também criadas.

As diferenças entre raças de troncos diferentes para aperfeiçoar o mérito genético de características de desempenho é fundamental para as várias condições de ambientes encontrados nos diferentes sistemas de criação animal no Brasil.

O peso das crias foi influenciado ($P < 0,01$) pelo sexo. O peso médio ao nascer dos cabritos machos foi maior do que das fêmeas nas três etapas avaliadas, conforme Tabela 4. Os machos foram 9,0; 21,0 e 18,3% mais pesados do que as fêmeas ao nascer, à desmama e ao abate, respectivamente. Medeiros et al. (2005) verificaram que os machos caprinos de diferentes grupos genéticos foram mais pesados do que as fêmeas em 5,8% ao nascer, 10,5% ao desmame (105 dias de idade) e 12,0% ao abate (175 dias de idade). Oliveira et al. (2009),

analisando o crescimento de caprinos da raça Anglo-nubiana, salientam que os machos foram mais pesados que as fêmeas em 14,3% ao nascer. Nas idades de 30, 60, 90 (desmama), 120, 150, 180, 210 e 240 dias, os machos apresentaram peso vivo superior às fêmeas em 19,3; 16,8; 16,8; 17,3; 19,7; 13,7; 9,6 e 5,4%, respectivamente. Medeiros et al. (2012) avaliando o desempenho de cabritos mestiços de raças exóticas ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina, $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{2}$ Saanen e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana + $\frac{1}{2}$ Parda Alpina) salientam que os machos foram 8,4; 15,9 e 12,8% mais pesados do que as fêmeas ao nascer, a desmama e ao abate, respectivamente.

A literatura cita a influência do sexo sobre os pesos de caprinos em diferentes idades, indicando geralmente superioridade dos machos em relação às fêmeas (SILVA e ARAÚJO, 2000; OLIVEIRA et al., 2007, MEDEIROS et al., 2012). Mesmo, quando não haja efeito do sexo sobre o peso ao nascimento e em outras etapas, os caprinos machos, de maneira geral, nascem mais pesados e apresentam um desenvolvimento ponderal maior do que as fêmeas.

A superioridade dos pesos dos machos pode ser devido ao efeito anabólico dos hormônios sexuais secretados pelos fetos machos que, conseqüentemente, são capazes de absorver mais nutrientes da mãe durante o desenvolvimento pré-natal.

O tipo de nascimento exerceu efeito ($P < 0,01$) sobre o peso das crias ao nascer, ao desmame e ao abate. As médias dos pesos dos caprinos nascidos de partos simples foram superiores as dos caprinos nascidos de partos duplos nas três etapas estudadas, conforme Tabela 4. As crias oriundas de partos simples foram 11,7; 19,4 e 18,8% mais pesadas em relação às de partos duplos para os pesos ao nascer, a desmama e ao abate, respectivamente. Resultados semelhantes foram descritos por Silva e Araújo (2000), em caprinos de diferentes grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Parda Alpina + $\frac{1}{2}$ Moxotó, $\frac{3}{4}$ Parda Alpina + $\frac{1}{4}$ Moxotó e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{4}$ Parda Alpina + $\frac{1}{4}$ Moxotó). Segundo Silva e Araújo (2000) as crias oriundas de partos simples foram 19,8; 9,9; 5,4 e 5,5% mais pesadas em relação às de partos duplos, para os pesos ao nascer, aos 28, 56 e 84 dias de idade (desmama), respectivamente.

Medeiros et al. (2005) avaliando o crescimento comparativo de cabritos das raças Saanen, Parda Alemã e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Parda Alemã, verificaram que as crias de partos simples foram mais pesadas do que as de partos duplos em 6,5% ao nascer, 14,1% a desmama (105 dias de idade) e 11,6% ao abate (175 dias de idade). Medeiros et al. (2012) avaliando o desempenho de cabritos mestiços ($\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino, $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Saanen e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino, verificaram que as crias oriundas de parto simples foram 11,2; 18,0 e 14,1% mais pesadas em relação às de partos gemelares para os pesos ao nascer, à desmama (84 dias) e ao abate (168 dias de idade), respectivamente.

A maioria dos estudos evidencia que os animais oriundos de partos simples são mais pesados, principalmente nos primeiros estádios de vida.

Uma explicação para isso é que o ambiente uterino é um fator limitante, concorrendo para a diminuição do peso ao nascer dos cabritos de partos gemelares. Observou-se neste estudo que as crias de partos simples apresentaram melhor desenvolvimento que as de partos duplos, caracterizando a inexistência de competição nutricional da cria durante a fase de gestação das cabras. Acredita-se que o menor peso de cabritos nascidos de partos múltiplos é uma ocorrência do aporte de nutrientes, durante seu desenvolvimento intra-uterino, ser menor do que para as gestações simples (SILVA e ARAÚJO, 2000; MEDEIROS et al., 2006).

A análise estatística revelou que a interação sexo das crias x tipo de nascimento não foi significativa ($P > 0,05$), mostrando que o comportamento dos pesos médios ao nascer obtidos pelos cabritos segundo o tipo de nascimento não foi influenciado pelo sexo. As crias do sexo feminino apresentaram menor peso em todas as etapas do estudo (PN, PD e PA) do

que aquelas do sexo masculino do para os tipos de nascimento simples e duplos para todos os grupos genéticos.

Houve diferença ($P < 0,01$) entre os grupos genéticos, com relação ao ganho de peso do nascimento a desmama e da desmama ao abate. Os cabritos mestiços, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN e em especial o *three cross* ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), apresentaram maior ganho de peso médio do nascimento até a desmama, 147,14 e 157,02g/dia, e da desmama até o abate (pós-desmama), 126,62 e 132,62g/dia, respectivamente, em comparação aos mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA) e ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA), que apresentaram ganho de peso médio do nascimento até a desmama de 136,55g/dia e 139,16g/dia, e da desmama até o abate, 116,43 e 117,26g/dia, conforme Tabela 5. Na primeira fase o crescimento (até a desmama) foi maior ($P < 0,01$) que na segunda fase (pós-desmama) para os três grupos genéticos de caprinos (Tabela 5).

Silva e Araújo (2000) observaram um ganho de peso médio de 99,6; 114,0 e 108,3g/dia para caprinos mestiços $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino + $\frac{1}{2}$ Moxotó, $\frac{3}{4}$ Pardo Alpino + $\frac{1}{4}$ Moxotó e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino + $\frac{1}{2}$ Moxotó, respectivamente, do nascimento a desmama (84 dias de idade).

Trabalhos realizados pela EMEPA (2005) verificaram um ganho de peso médio diário de 162 e 144g, respectivamente, para cabritos mestiços Boer x SRD e Anglo-nubiano x SRD, em confinamento. Pereira Filho et al. (2005) relataram para mestiços Boer x Saanen, ganho médio de 211g/dia; Menezes et al. (2007) em caprinos mestiços $\frac{1}{2}$ Boer x $\frac{1}{2}$ Alpino obtiveram um ganho médio de 230,25g/dia e em $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Alpino de 182,4g/dia, enquanto que Hashimoto et al. (2007) obtiveram ganho médio de 101g/dia, em cabritos $\frac{1}{2}$ Boer x $\frac{1}{2}$ Saanen. Oliveira et al. (2007) avaliando o desempenho de caprinos mestiços Anglo-nubiano e Boer de diferentes grupos genéticos, observaram para caprinos mestiços $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ SPRD, $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SPRD, $\frac{3}{4}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{4}$ SPRD e $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ SPRD ganho médio de peso de 139, 132, 130 e 167g/dia, respectivamente, confinados entre 270 a 330 dias de idade e em cabritos mestiços $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, com 27,5kg de peso vivo e 154 dias de idade, Fernandes et al. (2008) obtiveram um ganho de peso médio de 160,7g/dia, todos os trabalhos foram realizados confinamento.

Medeiros et al. (2012) em regime de criação semi-intensivo, verificaram um ganho de peso médio diário no período pré-desmama (84 dias) de 135,12, 143,81 e 142,50g e no período pós-desmama (84 a 168 dias de idade) de 113,81, 122,86 e 121,43g, respectivamente, para $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino, $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Saanen e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Pardo Alpino.

O ganho de peso foi influenciado ($P < 0,01$) pelo sexo das crias. Os machos tiveram um ganho de peso médio maior (161,07g/dia) que as fêmeas (128,57g/dia) do nascimento até a desmama e (131,90 contra 114,64g/dia) no pós-desmama (desmama ao abate), respectivamente (Tabela 5). Oliveira et al. (2007) avaliando caprinos mestiços de primeira e segunda geração (F1 e F2), de ambos os sexos, oriundos do cruzamento de reprodutores Anglo-nubianos e Boer com cabras SPRD, confinados por 60 dias (270 a 330 dias de idade), citam que os animais do sexo masculino apresentaram ganho de 162g/dia e as fêmeas 125g/dia. Medeiros et al. (2012) verificaram um peso médio dos machos e das fêmeas do nascimento até a desmama (84 dias de idade) de 152g e 128g/dia, respectivamente, na mesma sequência, da desmama até a idade de abate (84 a 168) de 124g e 114g/dia, avaliando diferente grupos genéticos (europeus versus africanos).

A diferença no ganho de peso entre machos e fêmeas era esperado, uma vez que os animais do sexo masculino tendem a apresentar maior velocidade no ganho de peso, pelos aspectos fisiológicos inerentes ao sexo.

O tipo de nascimento exerceu efeito ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso médio diário das crias nas duas fases, até a desmama e no pós-desmama. Sendo que os animais oriundos de partos simples apresentaram um ganho de peso médio diário superior comparado aos nascidos de partos duplos nos período pré e pós-desmama, conforme Tabela 5. Até a desmama as crias

de nascimento simples obtiveram um ganho de peso médio de 159,28g/dia e no pós-desmama (desmama ao abate) 132,26g/dia contra, respectivamente, 130,35 e 113,69g/dia daquelas oriundas de nascimento duplos, conforme Tabela 5. Esta inclinação foi observada por Medeiros et al. (2012) com relação a variável tipo de nascimento, onde os animais oriundos de parto obtiveram sempre maior ganho médio de peso do as crias de pertos gemelares, nas etapas estudadas, independente do grupo genético. Oliveira et al. (2009) salientam que o tipo de nascimento exerceu influência somente sobre o ganho de peso do nascimento aos 30 dias de idade, quando as crias de nascimento simples foram 25,6% superiores àquelas oriundas de nascimento duplo. Na idade entre 30 e 240 dias, verificou-se que a redução do ganho de peso das crias oriundas de partos duplos foi menos acentuada do que aquelas oriundas de nascimentos simples, o que levou à redução da superioridade do peso vivo das crias de nascimentos simples de 18,2 para 6,4%, nesse período.

Na Baixada Fluminense os efeitos das altas temperaturas, notadamente, na primavera e no verão têm uma influência direta, sobre a habilidade do animal de sobreviver e funcionar nas condições reinantes. Talvez, em parte, o crescimento dos animais no referido estudo possa ter sido influenciado por estas elevadas temperaturas ambiente afetando o incremento no ganho de peso dos animais nas etapas avaliadas, principalmente os grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA), conforme consta na Tabela 5.

O coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o peso a desmama foi positivo e significativo ($r = 0,823$, $P < 0,01$) para todos os animais dos grupos genéticos estudados. O coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o ganho de peso do nascimento ao desmame foi igualmente positivo e significativo ($r = 0,838$, $P < 0,01$).

Santos et al. (1984), estudando o crescimento de cabritos Anglo-nubianos, Moxotó e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{2}$ Moxotó, encontraram coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o peso a desmama (126 dias) positivo e alto para todos os animais dos tipos estudados (0,954). Igualmente positivo e alto foi o coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o ganho de peso do nascimento ao desmame, em torno de 0,979, confirmando, segundo estes autores, a importância da observação do peso ao nascer quando da seleção de cabritos de corte. Medeiros et al. (2012) avaliando o desempenho de caprinos Saanen, Parda Alemã e mestiços $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Pardo Alemão, verificaram que o coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o peso à desmama (105 dias de idade) foi positivo e alto para todos os grupos genéticos estudados ($r = 0,815$). O coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o ganho de peso do nascimento ao desmame foi igualmente positivo e alto ($r = 0,827$), enquanto Medeiros et al. (2012) conferiram que o coeficiente de correlação entre o peso ao nascer e o peso a desmama (84 dias) foi positivo e alto para todos os animais, tanto entre peso ao nascer e peso à desmama ($r = 0,832$), como entre o peso ao nascer e ganho de peso do nascimento à desmama ($r = 0,847$).

A porcentagem de mortalidade no período pré-desmama e no pós-desmama, para cada grupo genético encontra-se na Tabela 6. Na Tabela 7, encontram-se as médias das características fisiológicas (TR, FR e FC).

Tabela 6. Taxa de mortalidade de cabritos até a desmama aos 84 dias e no pós-desmama até 168 dias de idade.

| Grupo genético | Taxa de mortalidade (%) | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------|-------|
| | Até a desmama | Pós-desmama | Total |
| ½ Saanen + ½ Parda Alpina | 2,68 | 0,63 | 3,36 |
| ½ Saanen + ½ Anglo-nubiana | 2,55 | 0,51 | 3,06 |
| ¾ Saanen + ¼ Parda Alpina | 2,73 | 0,62 | 3,35 |
| ¼ Saanen + ¼ Anglo-nubiana + ½ Boer | 2,51 | 0,44 | 2,95 |
| Média | 10,47 | 2,25 | 12,72 |

Em torno de 82,3% dos óbitos ocorreram até a desmama e os outros 17,7% no pós-desmama. Contudo, a maioria dos óbitos (76,5%) das 230 crias, ocorreram na primeira semana, notadamente, nas 72 horas de vida (mortalidade neonatal). Dentro do período do nascimento até a desmama (84 dias) e o período pós-desmama até 168 dias de idade, houve um decréscimo na taxa de mortalidade com avanço da idade. Tal fato tem sido apontado pela literatura (MAIA e COSTA, 1997; MEDEIROS et al., 2005, 2006 e 2012).

O peso ao nascer tem sido um dos principais fatores responsáveis pela mortalidade das crias, uma vez que tem sido observada uma relação entre o peso ao nascer das crias que morrem na primeira semana de vida, principalmente, nas 72 horas de vida, e das crias que sobreviveram no mesmo período. Dentro dos tipos de nascimento, observa-se que a maior taxa de mortalidade é proveniente de cabritos nascidos de partos múltiplos. O tipo de nascimento não só é um fator de importância na mortalidade neonatal, como também na taxa de mortalidade à desmama em cabritos, existindo uma associação positiva entre a prolificidade e mortalidade dos cabritos. Em geral, esta tendência é prevista, porém, neste estudo todas as crias do plantel tiveram um peso ao nascimento relativamente alto, mesmo aquelas oriundas de partos duplos. Por conseguinte, o peso não parece ter sido o fator limitante na taxa de mortalidade das crias, além do mais, a taxa de mortalidade no pré e pós-desmama foram baixas.

No estudo a maioria dos óbitos ocorreu no período de inverno. Isto se deve às condições de manejo, relacionado entre outros fatores, ao conforto térmico das crias dentro do próprio cabril, visto que 90,25% dos óbitos ocorreram nesse período. Essa tendência foi notada por Santos et al. (1984), Medeiros et al. (2005, 2006 e 2012), trabalhando com diferentes grupos genéticos de caprinos, até porque nessa época do ano, ocorre a maior concentração de nascimentos, coincidindo com as baixas temperaturas das estações, nos Estados da Região Sudeste do País.

O neonato é provavelmente mais susceptível ao frio e ao calor excessivo do que o adulto, principalmente nos primeiros 30 dias de vida, notadamente na primeira semana de vida, visto que, o mesmo apresenta dificuldade para manter a homeotermia devido à falta de maturação no mecanismo termorregulador. Os três primeiros meses de vida são os mais críticos para o cabrito porque ainda não tem o seu sistema imunológico completamente desenvolvido (MEDEIROS et al., 2012).

Segundo Pires et al. (2002) para os recém-nascidos, o frio é a principal causa de estresse térmico devido a sua maior área de superfície que os adultos, a falta de produção de calor a partir da fermentação no rúmen e a umidade derivada dos líquidos fetais. Assim, a sua habilidade em manter a temperatura corporal é dependente de sua capacidade de produzir calor, sem ingestão de alimento o tempo de sobrevivência dos cabritos é pequeno.

As condições de manejo com relação ao conforto térmico das crias no cabril, talvez, possa ser o responsável em parte, pela taxa de mortalidade dos cabritos, que foi relativamente baixa, no estudo (Tabela 6).

No período da primavera, principalmente no terço final da primavera (novembro/dezembro) e na primeira metade do verão (dezembro/janeiro/primeira semana de fevereiro), a temperatura ambiente (manhã e tarde) estava bastante elevada, principalmente no período da tarde influenciando os valores observados sobre os parâmetros fisiológicos (TR, FR e FC). Esta situação foi observada no diferentes grupos genéticos, especialmente nos mestiços europeus ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA), conforme consta na tabela 7.

Tabela 7. Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de cabritos mestiços no Estado do Rio de Janeiro.

| Classificação | Média (Erro Padrão) | | |
|--|---------------------|---------------|-----------------|
| | TR (°C) | FR (mov./min) | FC (bat./min) |
| Média geral | 39,87 (0,04) | 37,67 (0,41) | 108,63 (0,72) |
| Grupo genético (GG): | | | |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA | 40,03 (0,04)a | 42,64 (0,40)b | 118,66 (0,78)b |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN | 39,72 (0,03)b | 32,86 (0,38)a | 98,72 (0,60)a |
| $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA | 40,05 (0,04)a | 43,24 (0,42)b | 120,26 (0,81)b |
| $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO | 39,69 (0,03)b | 31,96 (0,41)a | 96,89 (0,64)a |
| Turnos (Manhã – Tarde) (MT): | | | |
| Manhã | 39,40 (0,03)a | 25,04 (0,39)a | 92,89 (0,63)a |
| Tarde | 40,35 (0,05)b | 50,31 (0,46)b | 124,36 (0,82)b |
| Dias (D): | | | |
| Dia 1 | 39,58 (0,02)a | 28,67 (0,35)a | 95,23 (0,65)a |
| Dia 2 | 39,60 (0,03)ab | 30,08 (0,36)b | 95,37 (0,66)a |
| Dia 3 | 39,57 (0,02)a | 28,58 (0,35)a | 94,76 (0,64)a |
| Dia 4 | 39,75 (0,03)c | 34,81 (0,37)c | 108,56 (0,71)c |
| Dia 5 | 39,63 (0,03)b | 30,86 (0,35)b | 98,08 (0,67)b |
| Dia 6 | 39,86 (0,03)d | 41,31 (0,42)d | 114,88 (0,77)e |
| Dia 7 | 39,78 (0,03)c | 35,12 (0,38)c | 110,31 (0,74)d |
| Dia 8 | 39,96 (0,03)e | 43,65 (0,41)d | 115,27 (0,75)e |
| Dia 9 | 40,19 (0,04)g | 44,56 (0,42)f | 117,83 (0,78)f |
| Dia 10 | 40,10 (0,04)f | 43,78 (0,40)e | 115,70 (0,75)e |
| Dia 11 | 40,24 (0,04)h | 45,38 (0,43)g | 119,04 (0,79)g |
| Dia 12 | 40,22 (0,04)gh | 45,31 (0,42)g | 118,57 (0,78)gf |
| GG x MT: | | | |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA x Manhã | 39,48 (0,03)b | 27,66 (0,37)b | 100,65 (0,63)b |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA x Tarde | 40,58 (0,05)d | 57,62 (0,45)d | 136,68 (0,90)d |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN x Manhã | 39,32 (0,02)a | 22,42 (0,33)a | 85,27 (0,58)a |
| $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN x Tarde | 40,13 (0,04)c | 43,31 (0,42)c | 112,17 (0,74)c |
| $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA x Manhã | 39,51 (0,03)b | 27,71 (0,38)b | 101,78 (0,62)b |
| $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA x Tarde | 40,61 (0,05)d | 58,77 (0,47)d | 138,75 (0,91)d |
| $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO x Manhã | 39,30 (0,02)a | 22,37 (0,33)a | 83,86 (0,58)a |
| $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO x Tarde | 40,08 (0,04)c | 41,56 (0,41)c | 109,83 (0,72)c |

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator principal de classificação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença na TR, FR e FC entre os quatro grupos genéticos estudados. (Tabela 7). A aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade evidenciou diferença estatística entre as médias da TR (40,03; 39,72; 40,05 e 39,69°C) dos cabritos dos diferentes grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), respectivamente, conforme Tabela 7. Os mestiços com genes somente europeus ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA) apresentaram a TR mais elevada ($P < 0,05$) pela manhã às 09:00 e ($P < 0,01$) a tarde às 15:00 horas do que os mestiços com genótipos africanos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN) e o three cross ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO).

Existiram diferenças significativas ($P < 0,01$) da TR dos animais entre o período da manhã e o da tarde (Tabela 7). Pela aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade verificou-se que a média da TR dos animais no período da tarde (40,35°C) foi maior do que a média no período da manhã (39,40°C), nos diferentes grupos genéticos estudados, conforme Tabela 7. Entretanto, a amplitude da TR observada durante o dia (manhã e tarde) foi mais expressiva nos animais mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA (1,10°C), comparativamente aos cruzados $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN (0,81°C) e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO (0,78°C) dando uma interação significativa ($P < 0,01$) entre os grupos genéticos e o turno (manhã e tarde).

O mesmo comportamento da TR foi observado quando as outras variáveis fisiológicas (FR e FC) foram submetidas a tratamentos estatísticos com relação aos diferentes tipos raciais no estudo. A aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade evidenciou diferença estatística entre as médias da FR (42,64; 32,86; 43,24 e 31,96 mov./min.) e FC (118,66; 98,72; 120,26 e 96,89 bat./min.) dos cabritos nos diferentes grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN, $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), respectivamente, conforme Tabela 7. Os mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA) apresentaram a TR e FC mais elevada ($P < 0,05$) pela manhã às 09:00 e ($P < 0,01$) a tarde às 15:00 horas do que os mestiços ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN) e o three cross ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO).

Existiram diferenças significativas ($P < 0,01$) da FR e FC nos animais entre o período da manhã e o da tarde. Pela aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade verificou-se que as médias da FR e FC nos animais no período da tarde (50,31 mov./min. e 124,36 bat./min.) foram maiores do que as médias no período da manhã (25,04 mov./min. e 92,86 bat./min.), respectivamente, nos diferentes grupos genéticos estudados, conforme Tabela 7. Todavia, a amplitude da FR e FC observadas durante o dia (manhã e tarde) foi mais expressiva, respectivamente nos animais mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA (29,96 mov./min. e 36,03 bat./min.) e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA (31,06 mov./min. e 36,97 bat./min.), comparativamente aos $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN (20,89 mov./min. e 27,44 bat./min.) e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO (19,19 mov./min. e 25,97 bat./min.) dando uma interação significativa ($P < 0,01$) entre os grupos genéticos e o turno (manhã e tarde).

Entre dias, a TR, FR e FC nos caprinos variaram significativamente ($P < 0,01$). Pela aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade verificou-se que as médias da TR, FR e FC nos quatro grupos genéticos variaram entre os dias, dando interação de grupos genéticos x dias ($P < 0,01$). Similarmente, todos os aumentos à tarde foram diferentes entre os dias com interação ($P < 0,01$) entre manhã e tarde x dias. A amplitude do aumento da TR, FR e FC à tarde sobre a diferença de dias variaram entre os grupos genéticos, dando interações ($P < 0,01$) de grupos genéticos x manhã-tarde x dias.

A TR, na parte da tarde foi mais elevada do que na parte da manhã (Tabela 7). Esta variação diurna (manhã e tarde) tem sido a origem de maior variabilidade na TR em caprinos Medeiros et al. (2001, 2002a e b, 2007 e 2008), Santos et al. (2005) e Oliveira (2007).

A primeira reação dos animais a um ambiente quente e à vasodilatação periférica, resultante da queda da pressão sanguínea com conseqüente diminuição da FC. Por outro lado, uma elevação da temperatura ao nível do nódulo sino-atrial causa aumento na FC. O aumento

ou diminuição da FC está na dependência da intensidade de estresse a que estão submetidos os animais (GAYÃO, 1992). De modo geral, à medida que aumenta a temperatura ambiente tem sido registrada a elevação da FC em caprinos.

Em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal na temperatura corporal, que é mínima, pela manhã e máxima no início da tarde. Todavia, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem da temperatura corporal elevada (hipertermia) dos animais nos trópicos, principalmente no verão. A taxa elevada da FR encontrada neste estudo traduz uma resposta para o aumento na TR à tarde, como um mecanismo que os animais utilizam para poder dissipar o calor corporal.

A regulação física do calor corporal através da evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso utilizado com maior intensidade pelos mestiços europeus (F1 e F2), comparados aos mestiços F1 (europeu-africano) e o *three cross* (com $\frac{3}{4}$ de genes africanos + $\frac{1}{4}$ europeu), que fizeram uso mais moderado da dissipação do calor pela evaporação através da respiração. Esse é um indício de que nestes mestiços o mecanismo mais importante para essa dissipação deve ser a evaporação cutânea via sudação.

Geralmente, em região tropical, o mecanismo físico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera (OLIVEIRA, 2007). Quando a TR aumenta, em virtude da ação conjunta dos efeitos ambientais, são ativados mecanismos de controle do animal (termorregulação) para restabelecer o equilíbrio de suas funções vitais (homeostase) com a manutenção da homeotermia, entre estas a FR (MEDEIROS et al., 2007 e 2008). O aumento da FR é uma das primeiras respostas visíveis à elevação da temperatura do ar, no entanto a evaporação respiratória é considerada bem menos expressiva que a cutânea nos animais a campo (OLIVEIRA, 2007; MEDEIROS et al., 2007).

Para todos os animais dos grupos genéticos estudados houve uma correlação linear ($r = 0,621$, $P < 0,01$) entre a TR e a FR, ($r = 0,512$, $P < 0,01$) entre TR e a FC e ($r = 0,536$, $P < 0,01$) entre FR e a FC. Essa correlação positiva e significativa, de média a alta entre as características fisiológicas analisadas, significa que o aumento em uma característica foi acompanhado por elevação nas outras.

São apresentadas na Tabela 8, as correlações das características fisiológicas (TR, FR e FC) e as ambientais (TA e UR) e na Tabela 9, os valores médios dos índices de tolerância ao calor dos diferentes grupos genéticos.

Tabela 8. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas e as ambientais, em caprinos mestiços.

| Variável | $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA | | $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN | | $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA | | $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO | |
|----------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|--|--------|
| | TA | UR | TA | UR | TA | UR | TA | UR |
| TR | 0,597** | 0,218* | 0,250* | 0,185* | 0,599** | 0,221* | 0,239* | 0,179* |
| FR | 0,526** | 0,223* | 0,219* | 0,191* | 0,536** | 0,226* | 0,213* | 0,184* |
| FC | 0,401** | 0,209* | 0,175* | 0,172* | 0,416** | 0,211* | 0,198* | 0,170* |

TR = temperatura retal, FR = frequência respiratória, FC = frequência cardíaca, TA = temperatura ambiente, UR = umidade relativa.

** = $P < 0,01$, * = $P < 0,05$

Nos quatros grupos genéticos de caprinos houve uma correlação positiva e significativa ($r = 0,597$, $P < 0,01$) entre a TA e a TR para os mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, ($r =$

0,250, $P < 0,05$), ($r = 0,599$, $P < 0,01$) e ($r = 0,239$, $P < 0,05$) para os animais ($\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN), ($\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA) e ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), respectivamente, conforme a Tabela 8. Essas correlações altamente significativas, verificadas nos mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA, e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA indicam que os mesmos reagiram às elevações da TA aumentando a TR, assim como a FR ($r = 0,526$, $P < 0,01$) e ($r = 0,536$, $P < 0,01$) e a FC ($r = 0,401$, $P < 0,01$) e ($r = 0,416$, $P < 0,01$), respectivamente, pois a capacidade termorreguladora desses grupos genéticos não foram suficientes para manter homeotermia; encontrando, portanto, dificuldade de suportar o calor por deficiência de outros aspectos do aparelho termorregulador, talvez uma menor eficiência da termólise evaporativa cutânea (taxa de sudação). Para os $\frac{1}{2}$ AN + $\frac{1}{2}$ SA e $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO, embora houvesse aumento na TR, FR e FC com elevação da TA, parece que esses reagiram melhor do que os mestiços F1 e F2 (oriundos de pais europeus), isto é, regularam melhor o excesso de calor produzido nas horas mais quentes, mantendo sua TR, FR e FC em níveis mais baixos, conforme consta na Tabela 8. A correlação linear simples entre a TA e a TR, considerando todos os animais, foi positiva ($r = 0,368$, $P < 0,01$). Verificou-se que tanto os cabritos dos diferentes grupos genéticos reagiram às variações da UR (Tabela 8), considerando todos os animais, a correlação linear simples entre esta variável e a TR foi positiva e significativa ($r = 0,198$, $P < 0,05$). O aumento da UR proporcionou a elevação na TR, o que revela desse modo que os quatro grupos genéticos foram sensíveis às variações da UR em relação a TR. Os mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA apresentaram a TR, FR e FC mais elevada do que os $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN e os $\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ PA + $\frac{1}{2}$ BO. Indicando maior estresse ao calor dos mestiços oriundos apenas de raças europeias.

Os valores obtidos para o ITU, pela manhã, das 7 às 12 horas variou de 72,65 a 78,95, no período da tarde, das 12 às 17 horas, o ITU variou de 81,78 a 83,86, dentro do cabril.

Os valores obtidos para o ITGU, pela manhã, das 7 às 12 horas variaram de 72,75 a 79,35, e 82,24 a 86,13, no cabril e no sol, respectivamente. No período da tarde, o ITGU variou de 82,23 a 84,27 e 88,92 a 95,87, dentro do cabril e no sol, respectivamente. Pela manhã, tanto utilizando os indicadores de conforto animal, ITU e ITGU, a ambiência estava em situação crítica. No período da tarde, a ambiência estava em situação prejudicial como de emergência para os animais. O valor do ITU e do ITGU acima de 83 mostra que uma condição de emergência esta presente para os animais.

Verificou-se uma correlação positiva e significativa ($r = 0,591$, $P < 0,01$) entre a TA e o TU e ($r = 0,598$, $P < 0,01$) entre a TA e o ITGU. À medida que aumenta o valor do ITU e ITGU, diminuiu o conforto térmico dos animais prejudicando o bem-estar dos animais.

As médias mínimas e máximas da temperatura e umidade relativa do ar durante os dias da execução do ITC de Rauschenbach e Yerokhin foram, a seguir: pela manhã (7:00 às 12:00 horas) 28,7 e 32,4°C e 70,5 e 80,2%, à tarde (12:00 às 17:00 horas) 32,5 e 35,7°C e 57,8 e 63,5%, respectivamente dentro do cabril. No sol, na mesma sequência 31,4 e 36,4°C e 71,2 e 79,5% pela manhã e 36,5 e 39,1°C e 55,7 e 61,2% à tarde. A média da temperatura e umidade relativa do ar registrada durante as horas do teste de Rauschenbach e Yerokhin, pela manhã (7:00 horas) dentro do cabril foi de 28,7°C e 75,7% respectivamente. Já no período da tarde (15:00 horas), no sol, a temperatura e a umidade relativa do ar, foi de 38,1°C e 57,6%.

Tabela 9. Médias e erro-padrão da temperatura retal pela manhã e da tarde em °C e do índice de tolerância ao calor pelo teste de Rauschenbach e Yerokhin, em função dos grupos genéticos.

| Temperatura corporal | Grupo genético | | | |
|----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------------|
| | ½ SA + ½ PA | ½ SA + ½ AN | ¾ SA + ¼ PA | ¼ SA + ¼ AN + ½ BO |
| Manhã (°C) | 39,48+0,04Aa | 39,51+0,04Aa | 39,47+0,03Aa | 39,53+0,04Aa |
| Tarde (°C) | 40,93+0,05Bb | 40,49+0,05Ab | 40,97+0,05Bb | 40,43+0,05Ab |
| ITC | 68,31A | 78,37B | 67,51A | 79,87B |

ITC = índice de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos (manhã e tarde), onde à tarde a TR dos animais dos diferentes grupos genéticos foi mais elevada do que no período da manhã. Houve diferença ($P < 0,01$) entre os grupos raciais para TR2 e ITC, não sendo observada diferença estatística ($P > 0,05$) para TR1. Os cabritos *three cross* (½ Anglo-nubianos + ¼ Boer + ¼ Saanen) e os mestiços F1 (½ SA + ½ AN) apresentaram a TR2 mais baixa ($P < 0,01$) em comparação aos cabritos de mestiços de 1ª geração (F1) ½ SA + ½ PA e o de 2ª geração (F2) ¾ SA + ¼ PA.

Pela aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, verificou-se que as médias TR à tarde foram mais elevadas do que as da manhã (Tabela 9). Os cabritos *three cross* (½ Anglo-nubianos + ¼ Boer + ¼ Saanen) e os mestiços F1 (½ SA + ½ AN) apresentaram a média da TR as 15:00 horas mais baixas do que os mestiços F1 (½ SA + ½ PA) e os F2 (¾ SA + ¼ PA). Os cabritos mestiços ½ SA + ½ AN e o *three cross* (¼ SA + ¼ AN + ½ BO) apresentaram o índice de tolerância ao calor de Rauschenbach e Yerokhin, superior aos mestiços ½ SA + ½ PA e ¾ SA + ¼ PA, conforme consta na Tabela 9.

Utilizando o ITC de Rauschenbach e Yerokhin, Medeiros et al. (2002b) estudaram a tolerância ao calor em caprinos de diferentes raças. O Anglo-nubiano obteve o ITC de 76,90, o Pardo Alemão e Saanen, 70,70 e 67,90, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

Nestas condições experimentais, conclui-se que a inclusão de animais das raças Anglo-nubiana e Boer é uma alternativa valiosa em um programa de cruzamento com animais europeus, para a obtenção de mestiços F1 ou *three cross* visando animais para corte, no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

Com a superioridade do peso dos machos, pode-se utilizar a alimentação diferenciada, visando diminuir o tempo necessário para alcançar o peso adequado para abate.

Os caprinos mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ AN e o *three cross* ($\frac{1}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ AN + $\frac{1}{2}$ BO), com 50 e 75% de genes africanos revelaram-se menos sensíveis ao estresse térmico e os mais altos Índices de tolerância ao calor pelo teste de Rauschenbach e Yerokhin nas condições estudadas, que os mestiços $\frac{1}{2}$ SA + $\frac{1}{2}$ PA e $\frac{3}{4}$ SA + $\frac{1}{4}$ PA, de raças europeias. O que permite concluir que os caprinos das raças do tronco africano, Anglo-nubiana e Boer estão adaptados, às altas temperaturas que ocorrem no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂMARA, A. C. L.; PAULA, N. R. O.; LOPES JÚNIOR, E. S.; FREITAS, V. J. F.; RONDINA, D. Desenvolvimento corporal de crias da raça Anglonubiana mantidas em um sistema tradicional de manejo do sertão central. **Revista Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1, p.43-45, 2004.
- CUNHA, E. A. da; BUENO, M. S.; RODRIGUES, C. F. de C.; SANTOS, L. E. dos; LEINZ, F. F.; RIBEIRO, S. D. de A.; RIBEIRO, A. M. C. Desempenho e características de carcaça de cabritos Saanen e mestiços Boer x Saanen abatidos com diferentes pesos. **Boletim de Indústria Animal**, v.61, n.1, p.63-73, 2004.
- EMPRESA ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA PARAÍBA. Os resultados do Boer no Brasil. Emepa. In: O BERRO, **Revista Brasileira de Caprinos e Ovinos**, v.83, p.103-114, 2005.
- FERNANDES, M. H. M. R.; RESENDE, K. T.; TEDESCHI, L. O.; FERNANDES JÚNIOR, J. S.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; CARSTENS, G.; BERCHIELLI, T. T. Predicting the chemical composition of the body and the carcass of $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen kids using body components. **Small Ruminant Research**, v.75, p.90-98, 2008.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO – FIDERJ. **Indicadores Climatológicos**. Rio de Janeiro, 2008. 65 p. il.
- GAYÃO, A. L. B. A. **Efeito do estresse térmico sobre a taxa metabólica e o desempenho produtivo de cabritas Saanen em crescimento**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP. Dissertação de Mestrado. 68p. 1992.
- HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. de A. F.; MARTINS, E. N.; RAMOS, C. E. C. O.; PASSIANOTO G. de O. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.1, p.174-182, 2007.
- 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, n.2, p.544-549, 2006.
- LÔBO, R. N. B.; FACÓ, O.; LÔBO, A. M. B. O. Melhoramento genético de caprinos leiteiros. In: **PRODUÇÃO DE CAPRINOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA**, 2009. **Anais...** Sobral: Embrapa Caprinos; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. p.59-84.
- LOPES, F. B. **Objetivos e critérios de seleção para dois sistemas de criação de caprinos leiteiros no Brasil**. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. Tese (Doutorado em Ciência Animal). 118p. 2011.

MAIA, M.; COSTA A. N. Avaliação do desempenho reprodutivo de um rebanho de cabras da raça Canindé, na Zona Semi-árida do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.46-53, 1997.

MARTINS JÚNIOR, L. M.; COSTA, A. P. R.; RIBEIRO, D. M. M. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de meio norte do Brasil. **Caatinga**, v.20, n.2, p.1-7, 2007.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L. de S.; SOUSA, J. C. D. de; LISEU, L. C.; BATISTA, L. B. Crescimento comparativo de cabritos comuns (sem raça definida) e cruzados com Anglo-nubianos no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivos de Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.13, n.2, p.161-171, ago/dez., 1990.

MEDEIROS, L. F. D.; SOUSA, J. C. D. de; COUTINHO, L. de S.; LISEU, L. C. Estudo comparativo do crescimento de cabritos Anglo-nubianos, SRD (Sem Raça Definida) e meio Anglo-nubiano x SRD. **Arquivos de Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.15, n.1, p.7-19, 1992.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; SCHERER, P. O. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p.44-47, set/out, 2001.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; SCHERER, P. O.; OLIVEIRA, C. A.; ALMEIDA, J. C. de C. Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.9, n.1, p.32-35, jan./abr., 2002a.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R.; CIDREIRA, R. G; LUNA, M. C. M. de; ZANINE, A de M.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.24, n.1, p.40-43, jan./fev., 2002b.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; FERREIRA, S. F.; SILVEIRA, J. P. F. da; TIERZO, V. L. Estudo do crescimento de cabritos das raças Saanen, Parda Alemã e cruzados (1/2 Saanen + 1/2 Parda Alemã). **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.62, n.1, p.55-62, 2005.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, J. P. de; RODRIGUES, V. C.; BARBOSA, C. G. Desempenho de um rebanho caprino Anglo-nubiano, no Município do Rio de Janeiro. II – Fatores que afetam o peso ao nascer e a mortalidade. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.63, n.2, p.71-81, 2006.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; FONSECA, C. E. M. da; PEDROSA, I. de A.; GUERSON, D. F.; PEREIRA, V. V.; MADEIRO, A. S. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.64, n.4, p.275-285, out/dez, 2007.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; MELLO, M. R. B. de; LOPES, P. R. B.; SCHERER, P. O.; FERREIRA, M. C. M. Reações fisiológicas de caprinos das raças

Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; PASSOS, N. P.; PATRÍCIO, P. M. P.; SOUZA, D. C. de; COSTA, E. C. X. da; YOGUI, E. K.; FONSECA, M. V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.34, n.1, p.35-46, jan./mar., 2012.

MENEZES, J. J. L.; GONÇALVES, H. C.; RIBEIRO, M. S.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G. I. L.; MEDEIROS, B. B. L.; GIASSETI, A. P. Desempenho e medidas biométricas de caprinos de diferentes grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.635-642, 2007.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007, 96p. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado. 96p. 2007.

OLIVEIRA, A. N. de; VILLARROEL, A. B. S.; MONTES, A. L. de S.; RONDINA, D. Desempenho em confinamento de caprinos mestiços Anglo-nubiano e Boer de diferentes grupamentos genéticos. **Ciência Animal**, v.17, p.69-74, 2007.

OLIVEIRA, D. F. de; CRUZ, J. F. da; CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; RONDINA, D.; FERRAZ, R. de C. N.; TEIXEIRA NETO, M. R. Desenvolvimento ponderal e características de crescimento de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.256-265, 2009.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal Animal Science**, v.71, p.87-93, 2001.

PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SOBRINHO, A. G.; YÁNEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Efeito da restrição alimentar no desempenho produtivo e econômico de cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.188-196, 2005.

PIRES, M. de F. A.; NOVAES, L. P.; CAMPOS, A. T. de; ALVIM, M. J.; MOSTARD, L. E. Ambiência em pastagens. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3, 2002, Lavras, MG. Núcleo de Estudo em Forragicultura (NEFOR), **Anais...** p.31-75, 2002.

QUADROS, D. G. de. **Raças caprinas para produção de carne**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Produção Animal (NEPPA), Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Comunicado Técnico. 6p. 2012.

RAUSCHENBACH, J. O.; YEROKHIN, P. F. **Quantitative estimation of heat tolerance in animals**. Publishing House NAUKA, Siberian Braich, Novosibirsk, 1975.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, F. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, 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, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS, L. E. dos; SANCHES RODA, D.; DUPAS, W.; SANCHES, M. J.; GARCIA, W. Estudo do crescimento de cabritos das raças Anglo-nubiana, Moxotó e meio sangue Anglo-nubiano-Moxotó. **Zootecnia**, Nova Odessa, SP, v.22, n.4, p.297-317, out/dez., 1984.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**. User's guide: Statistics. Version 6.11 edition. Cary, NC: SAS, 1996. 956p.

SILVA, F. L. R. da; ARAÚJO, A. M. de. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1028-1035, 2000.

SOUSA, W. H. de; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. G. G; LÔBO, R. N. B. Estratégias de cruzamento para produção de caprinos e ovinos de corte: Uma experiência da Emepa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS - ENCAPRI, 1, 2006, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, 2006, p.338-384.

CAPÍTULO II

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, GRADIENTE TÉRMICO E ÍNDICE DE TOLERÂNCIA AO CALOR EM DIFERENTES RAÇAS DE CAPRINOS

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o comportamento fisiológico de diferentes raças exóticas de caprinos mediante respostas fisiológicas da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC), e do gradiente entre TR e a temperatura superficial (TS) e do gradiente entre TS e temperatura ambiente (TA), sob as condições de clima quente e úmido do Município do Rio de Janeiro, Região Sudeste do Brasil. Foram utilizadas 48 cabras, sendo 12 animais de cada raça: Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer, entre 24 e 30 meses de idade com peso médio de 50 kg, manejadas em regime semi-intensivo. As tomadas dos parâmetros fisiológicos e das variáveis ambientais foram feitas às 9 horas e às 15 horas. Houve diferença na TR, FR e FC entre as raças, pela manhã ($P < 0,05$) e à tarde ($P < 0,01$). A TR, FR e FC dos animais variaram significativamente ($P < 0,01$), entre o turno (manhã e tarde) e dias, dando uma interação significativa ($P < 0,01$) entre manhã e tarde e dias, como consequência de variações na temperatura ambiente. Verificou-se que, entre as raças, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para TS, no período da tarde. Pela aplicação do índice de tolerância ao calor (ITC) de Baccari Junior, cabras da raça Anglo-nubiana (AN) e Boer (BO) exibiram o ITC mais alto (9,63 e 9,65) e as da raça Saanen (SA) e Parda Alpina (PA) os mais baixos (8,89 e 8,91), respectivamente. Os caprinos de origem africana (AN e BO) revelaram-se mais tolerantes do que os de origem europeia (SA e PA). Os caprinos das raças africanas apresentaram maior capacidade para manter a homeotermia. Assim, a utilização das raças Anglo-nubiana e Boer para incrementar a produtividade caprina em clima quente e úmido da Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, pode ser aconselhada.

Palavras-chave: Conforto térmico, estresse calórico, gradiente térmico, índice de tolerância ao calor, parâmetros fisiológicos

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE PHYSIOLOGIC PARAMETERS, THERMAL GRADIENT AND INDEX OF HEAT TOLERANCE OF DIFFERENT BREEDS OF GOATS

The aim of this study was to evaluate the adaptation of different exotic breeds of goats through the physiologic responses of rectal temperature (RT), respiratory frequency (RF), cardiac frequency (CF), and the gradient between RT and superficial temperature (ST) and the gradient between ST and air temperature (AT), under the conditions of hot and humid climate of city of Rio de Janeiro, South East Region of Brazil. Forty eight goats were used, being twelve animals of each breed: Saanen, Alpine, Anglo-nubian and Boer, between 24 and 30 months of age with medium weight of 50 kg, maintained in semi-intensive system. The physiologic parameters and the environmental variables were measured at 9:00 hours and at 15:00 hours. There were significant difference in the RT, RF and CF between breeds, by morning ($P<0.05$) and afternoon ($P<0.01$). The RT, RF and CF of the animals range significant ($P<0.01$) between the shifts (morning and afternoon) and days, with significant interaction ($P<0.05$) between morning and afternoon and days, by consequence of the variation of AT. There were significant difference ($P<0.01$) between breeds for ST, in the afternoon. By the application of heat tolerance (HT) by Baccari Júnior, the Anglo-nubian and Boer breeds showed the HT higher (9.63 and 9.65) than the Saanen and Alpine breeds (8.89 and 8.91), respectively. The breeds of african origin (Anglo-nubian and Boer) showed more heat tolerance than the breeds of european origin (Saanen and Alpine). The african breeds showed more capacity for maintained the homeothermy. So, the use of Anglo-nubian and Boer breeds to increase the goats productivity under the conditions of hot and humid climate of the Baixada Fluminense, Rio de Janeiro State, can be advised.

Key words: Heat stress, index of heat tolerance, physiologic parameters, thermal comfort, thermal gradient.

1 INTRODUÇÃO

Nos animais *endotérmicos*, a manutenção da temperatura corporal se efetua sob controle do sistema nervoso central, mediante ajustes fisiológicos e comportamentais, e exige que a produção e a perda de calor pelo organismo sejam equivalentes (HARDY, 1981). Nesses animais a variação da quantidade de calor estocado é mantida dentro de limites específicos e geralmente bastante estreitos, independente das variações térmicas do ambiente externo (SILVA, 2000; SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

A perda de calor sensível envolve trocas diretas de calor com o ambiente por condução, convecção ou radiação, e dependem da existência de um gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente (HABEEB et al., 1992). A perda de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação sem modificar sua temperatura (INGRAM e MOUNT, 1975). 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. Nessa 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 (SILVA, 2000; SOUZA et al., 2005 e 2008).

A temperatura da pele pode variar independentemente da temperatura retal, pois além de estar relacionada a condições fisiológicas como vascularização da pele e taxa de sudação, por ser uma temperatura de superfície; dependem principalmente de fatores externos de ambiente como temperatura e umidade do ar, radiação solar e vento. Em geral, em ambiente quente, a temperatura da pele se eleva (SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2008).

O aumento da perda de calor cutâneo como resposta imediata à elevação da temperatura da pele pode ser mais importante nos caprinos que nos bovinos, pois por serem de menor tamanho expõem à radiação uma maior área de superfície em relação à massa do seu corpo (OLIVEIRA, 2007; MEDEIROS et al., 2007).

Pesquisas referentes às condições climáticas associadas com estudos de parâmetros fisiológicos, como temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca são importantes para se conhecer a adaptabilidade dos animais criados em determinada região, servindo para comparar diferentes raças ou grupos genéticos de caprinos (MEDEIROS et al., 2001, 2002a e b, SILVA et al., 2006; SOUZA et al., 2008; ROCHA et al., 2009). Outro parâmetro de importância na avaliação da dissipação de calor é a temperatura superficial (SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2008).

Segundo Baccari Júnior (1990), as avaliações de adaptabilidade dos animais podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica e ou desempenho.

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.

A introdução de animais especializados no Brasil tem sido uma das maneiras para aumentar a produtividade da caprinocultura, introduzindo melhor potencial genético aos rebanhos. Contudo, o clima têm sido um dos fatores regionais que mais influenciam na adaptação da nova prevalência genética com a introdução de raças exóticas (notadamente as de origens europeias) em um país tropical, pois em seus países de origem, geralmente, a temperatura do ar apresenta, na maior parte do ano, valores mais baixos que o do corpo do animal. Nestes casos os animais perdem uma quantidade excessiva de calor (via evaporativa) para o ambiente, para manter a temperatura corporal em níveis aceitáveis fisiologicamente, podendo efetivamente comprometer o desempenho produtivo, decorrente dos efeitos agentes diretos e indiretos e das suas interações do ambiente reinantes.

Há poucas informações sobre a produtividade das raças do tronco africano e europeu, em termos de região Sudeste, em especial no Estado do Rio de Janeiro, em particular nas regiões do primeiro “degrau térmico” (superfícies térmicas), localizadas abaixo de 200 metros de altitude, podendo o seu regime térmico ser considerado quente (CIDE, 1998). A Baixada Fluminense está incluída neste primeiro “degrau térmico”.

Objetivou-se com este trabalho determinar a temperatura retal, temperatura superficial do pelame, frequência respiratória e cardíaca e o índice de tolerância ao calor de Baccari Júnior et al. (1986) de caprinos das raças Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer visando à utilização dessas raças em sistemas de produção de caprinos, no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo referem-se a um criatório de caprinos localizado em propriedade agrícola do bairro Vargem Grande, Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. O estudo foi conduzido pelo Programa de Desenvolvimento da Caprinocultura do Município do Rio de Janeiro (CAPRI-RIO) da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social (SMDS), com o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RJ) e do Programa de Gerenciamento de Cabras Leiteiras (GEROCABRA) do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal (DRAA) do Instituto de Zootecnia, UFRRJ e da associação dos produtores rurais da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro.

Geograficamente, o Município do Rio de Janeiro situa-se a 43°32' de longitude Oeste e 22°55' de latitude Sul de GW, aproximadamente, e a uma altitude de menos de 25 m acima do nível do mar. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima é descrito como Aw. A temperatura média anual é 23,8°C, a média das máximas é 27,9°C e das mínimas 21°C, a temperatura máxima absoluta é 38,9°C e a mínima 11,2°C, a umidade relativa média é 79%, e a precipitação anual média é 1.279,8mm, concentrada nos meses de outubro a março (FIDERJ, 2008).

Foram utilizadas 48 cabras adultas, com idades entre três e quatro anos, secas e vazias, clinicamente sadias e de boa condição corporal, sendo 12 animais das raças Saanen (SA), 12 Parda Alpina (PA), 12 Anglo-nubiana (AN) e 12 Boer (BO).

O estudo foi realizado no verão, no período de 21/12/2007 a 21/02/2008. Houve um período pré-experimental de 12 dias, entre 08 e 20 de dezembro de 2007, para que os animais pudessem se adaptar ao manejo e uma melhor interação com o homem.

No que se refere ao espaço físico dentro dos boxes, no cabril, foi levado em consideração o espaço individual adicionado ao espaço social dos animais, além do sexo, número de animais por boxe. Todos os animais eram descornados, tentando com isso minimizar ou mesmo evitar as interações sociais.

Todos os animais permaneceram durante as medições das variáveis fisiológicas em regime de confinamento, em cabril de madeira de piso suspenso, com cobertura de telha de barro do tipo francesa. A orientação do eixo maior da cobertura era norte-sul.

As cabras foram alimentadas com capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach, cv. Napier) picado à vontade, feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), com suplementação de concentrado comercial. A ração formulada continha na composição química da dieta: 77,5% de NDT; 20,0% de PB; 0,6% de P e 0,8% de Ca, fornecida 600 g/cab/dia, sendo distribuídas duas vezes ao dia (uma porção pela manhã e outra à tarde).

Entre os dias dos intervalos das coletas de dados, os caprinos tinham acesso ao pasto das 7 às 10 horas da manhã ou das 16 às 19 horas. Este manejo era para que os animais recebessem uma menor incidência de radiação solar direta.

A metodologia aplicada para aferição da temperatura retal (TR) consistiu na introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até de 44°C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de seis centímetros, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do animal, permanecendo por um período de cinco minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados. A temperatura superficial (TS) do pelame aferida com um termômetro digital infravermelho (ST3 – RAYTEK) sem contato considerando a média da TS nas seguintes regiões do corpo dos animais: frente (TF), pescoço (TP), lombo (TL), costado (TC), ventre (TV) e canela (TCN).

A obtenção da frequência respiratória (FR) foi realizada por meio da auscultação indireta (auscultação mediata) das bulbas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, e

o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência respiratória em movimentos por minuto (mov./min) e a frequência cardíaca (FC) foi aferida também 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, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bat./min).

A TR, TS, FR e FC dos animais foram registradas às 9 e 15 horas, em 12 dias não consecutivos, durante os dois primeiros terços do período do verão.

Para o Índice de Tolerância ao Calor (ITC) proposto por Baccari Júnior et. al. (1986), os animais foram trazidos dos pastos às 11 horas, e ficaram duas horas à sombra (cabril), às 13 horas foi realizada a primeira tomada da temperatura retal (TR1), dentro do tronco de contenção. Em seguida os animais foram soltos em um pátio cimentado, sem sombra, expostos à radiação solar direta, durante uma hora (13 às 14 horas), no horário de máxima incidência dos raios solares. Após esse período ao sol, os caprinos foram submetidos à sombra por mais uma hora. Às 15 horas, foi realizada a segunda medida da temperatura retal (TR2). Durante todo esse período, os animais permaneceram sem acesso à água e ao alimento.

Esse procedimento foi realizado em cinco dias consecutivos de calor, sem nebulosidade e com baixa velocidade do ar (vento).

O índice foi calculado segundo a fórmula: $ITC = 10 - (TR2 - TR1)$, que indica a capacidade do animal perder calor e voltar à temperatura normal após o fim da exposição à radiação solar estressante.

Para avaliar a temperatura retal dos animais, no tronco de contenção os observadores utilizaram termômetros clínicos digitais, Modelo GT3020 flexível com escala de 32 a 44°C, mantido no reto, até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura.

Sendo a temperatura ambiente nessa região uma das mais elevadas do Estado, foram utilizados como indicadores de conforto animal, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), segundo a equação abaixo:

ITU = Tbs + 0,36 Tpo + 41,5, em que:

Tbs = temperatura do bulbo seco, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus Celsius.

Assim como, o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo a equação abaixo:

ITGU = Tgn + 0,36 Tpo + 41,5, em que:

Tgn = temperatura do globo negro de Vernon, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius.

Os valores do ITU e ITGU inferior ou igual a 70, condição normal; um valor de 71 a 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 existe um perigo; acima de 83 indica uma condição de emergência, sob a qual o animal já está sofrendo estresse por calor (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995).

O ITU foi usado para medir o conforto térmico dos animais dentro do cabril, pela manhã e à tarde. Para calcular o ITU foi utilizado um equipamento portátil (psicrômetro não ventilado) afixado dentro da instalação, protegido da radiação e do vento. Para calcular o ITGU, além do psicrômetro não ventilado foi utilizado um globo negro de Vermon, uma esfera de 15 cm de diâmetro colocado a uma altura média do flanco do cabrito, dentro do cabril e em campo aberto, no sol, para medir a temperatura do globo negro (Tgn). Todas as leituras ocorreram em intervalos de 60 minutos, no período das seis às 18 horas, durante o estudo. Nos dias das medições da TR, TS, FR e FC as leituras dos instrumentos utilizados para determinar o ITU e o ITGU eram realizadas a cada 30 minutos.

Para calcular a temperatura do ar (máxima, mínima e média) e a Umidade relativa do ar foi utilizado um termohigrômetro digital Icel Manaus Modelo HT-208.

Para as características fisiológicas TR, FR e FC os dados foram avaliados para as seguintes fontes de variação: grupo genético (GG), manhã e tarde (MT) e dias (D).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 2 x 12, quatro raças exóticas (Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer), dois turnos de coletas (manhã e tarde) e 12 dias.

Nas análises estatísticas, utilizou-se o procedimento General Linear Model (GLM) do modelo estatísticos System Analysis Statistical (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico usado na análise da TR, FR e FC foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + MT_j + D_k + (R*MT)_{ij} + (R*D)_{ik} + (MT*D)_{jk} + (R*MT*D)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = observação feita na cria l, do dia k, da manhã e tarde j, do grupo genético i;

μ = média geral comum a todas as observações;

GG_i = efeito da raça i, sendo i = 1 (Saanen); 2 (Parda Alpina); 3 (Anglo-nubiana); 4 (Boer);

MT_j = efeito manhã e tarde, sendo j = 1 (manhã); 2 (tarde);

D_k = efeito do dia, sendo k = 1, ..., 12;

$(R*MT)_{ij}$ = efeito da interação do grupo genético e manhã e tarde;

$(R*D)_{ik}$ = efeito da interação do grupo genético e dias;

$(MT*D)_{jk}$ = efeito da interação manhã e tarde e dias;

$(R*MT*D)_{ijk}$ = efeito da interação do grupo genético, manhã e tarde e dias;

e_{ijkl} = erro aleatório suposto normalmente distribuído.

Para o parâmetro TS os dados foram avaliados para as seguintes fontes de variação: grupo genético (GG), manhã e tarde (MT).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 2, quatro raças exóticas (Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer), dois turnos de coletas (manhã e tarde) e seis repetições.

Para a variável temperatura do pelame (TS) foi utilizado também o delineamento inteiramente ao acaso, com o procedimento GLM do Programa Sas (1996), e as médias foram comparadas por meio do teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a aplicação do ITC de Baccari, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 2, quatro raças exóticas (Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer), dois turnos de coletas (manhã e tarde), com 6 repetições.

Para a análise do ITC foi utilizado o mesmo procedimento anterior, o procedimento GLM do modelo Sas (1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As comparações das médias do ITU e ITGU acrescentando as da TGN segundo os tratamentos foram feitas também pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Calculou-se também o coeficiente de correlação linear simples (r) entre as médias das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) e da fisiológica (TR) entre as diferentes raças e em todos os animais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas das variáveis climáticas registradas nos dias das coletas dos dados referentes aos parâmetros temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Média da temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) e dos índices de conforto térmico e ambiência, Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), nos dias de coletas dos dados da TR, TS, FR e FC.

| Variáveis ambientais | Turnos | | | |
|--|---------------------|------|----------------------|-------|
| | Manhã 7 às 12 hs | | Tarde 12 às 17 hs | |
| | Sombra | Sol | Sombra | Sol |
| Temperatura máxima, T _{max} (°C) | 32,7 | 37,0 | 36,8 | 42,7 |
| Temperatura mínima, T _{min} (°C) | 27,5 | 29,9 | 32,7 | 37,1 |
| Temperatura média, T _{méd} (°C) | 30,1 | 33,7 | 34,5 | 39,1 |
| Temperatura do bulbo seco, T _{bs} (°C) | 29,8 | - | 34,5 | - |
| Temperatura do bulbo úmido, T _{bu} (°C) | 25,2 | - | 26,4 | - |
| Umidade relativa, UR (%) | 73,8 | 70,3 | 65,7 | 62,5 |
| Temperatura do globo negro, T _{gn} (°C) | 33,5 | 42,2 | 37,3 | 52,7 |
| Índice de temperatura do globo negro e umidade, ITGU | 81,1 | 89,8 | 86,7 | 102,1 |
| Índice de temperatura e umidade, ITU | 77,5 | - | 83,9 | - |

Os dados climáticos e os valores obtidos pelos índices de conforto térmico durante o período do experimento foi o esperado para essa região no período do verão, caracterizado como uma estação quente e chuvosa. Observou-se que as temperaturas do turno da tarde foram sempre mais elevadas do que as do turno da manhã, tanto para os animais a sombra como ao sol. Os valores observados para os índices de conforto térmico e ambiência (ITU e ITGU) foram elevados independentes do período (manhã e tarde) à sombra ou no sol, bem acima das condições normais (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995), conforme a Tabela 10. Indicando uma situação de perigo e de emergência para os animais, baseando-se no ITGU. Para o ITU a situação pela manhã foi crítica, à tarde uma condição de emergência estava presente, na sombra.

De acordo com a Tabela 10, a temperatura ambiente (manhã e tarde) foi bastante elevada, notadamente no período da tarde influenciou diretamente não só os índices de conforto térmico (ITGU e ITU) como os valores registrados dos parâmetros fisiológicos (TR, TS, FR e FC), conforme consta nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11. Médias e erro padrão da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) de caprinos no município do Rio de Janeiro.

| Classificação | Média (Erro Padrão) | | |
|---------------|---------------------|---------------|----------------|
| | TR (°C) | FR (mov./min) | FC (bat./min) |
| Média geral | 39,87 | 37,89 | 104,15 |
| Raça (R): | | | |
| SA | 40,04 (0,04)a | 40,03 (0,44)a | 108,24 (0,71)a |
| PA | 40,02 (0,04)a | 40,00 (0,43)a | 109,30 (0,72)a |
| AN | 39,71 (0,02)b | 35,78 (0,39)b | 99,33 (0,66)b |
| BO | 39,69 (0,02)b | 35,76 (0,40)b | 99,74 (0,66)b |
| Turno (MT): | | | |
| Manhã | 39,40 (0,02)a | 26,03 (0,33)a | 88,82 (0,61)a |
| Tarde | 40,34 (0,05)b | 49,76 (0,49)b | 119,48 (0,78)b |
| Dia (D): | | | |
| Dia 1 | 39,72 (0,02)a | 36,29 (0,39)a | 93,66 (0,64)b |
| Dia 2 | 39,73 (0,02)a | 36,30 (0,38)a | 97,18 (0,65)c |
| Dia 3 | 39,80 (0,02)b | 37,37 (0,41)b | 104,08 (0,68)d |
| Dia 4 | 39,92 (0,03)d | 38,61 (0,42)c | 107,31 (0,71)e |
| Dia 5 | 40,10 (0,04)f | 40,16 (0,45)e | 117,43 (0,74)h |
| Dia 6 | 40,17 (0,04)g | 40,20 (0,46)e | 117,93 (0,77)h |
| Dia 7 | 40,02 (0,03)e | 39,66 (0,44)d | 113,22 (0,74)g |
| Dia 8 | 39,87 (0,02)d | 37,52 (0,41)b | 107,74 (0,69)e |
| Dia 9 | 39,93 (0,03)c | 38,63 (0,43)c | 110,35 (0,72)f |
| Dia 10 | 39,81 (0,03)b | 37,42 (0,42)b | 100,71 (0,71)d |
| Dia 11 | 39,70 (0,02)a | 36,27 (0,38)a | 89,92 (0,61)a |
| Dia 12 | 39,71 (0,02)a | 36,26 (0,37)a | 90,27 (0,62)a |
| R x MT: | | | |
| SA x M | 39,43 (0,03)a | 26,13 (0,37)a | 90,61 (0,61)a |
| PA x M | 39,41 (0,03)a | 26,10 (0,36)a | 91,13 (0,62)a |
| AN x M | 39,38 (0,03)a | 25,95 (0,34)a | 85,88 (0,58)a |
| BO x M | 39,37 (0,03)a | 25,93 (0,35)a | 87,67 (0,60)a |
| SA x T | 40,66 (0,04)b | 53,93 (0,51)b | 125,87 (0,85)b |
| PA x T | 40,64 (0,04)b | 53,91 (0,50)b | 127,47 (0,87)b |
| AN x T | 40,04 (0,03)c | 45,62 (0,48)c | 112,78 (0,72)c |
| BO x T | 40,02 (0,03)c | 45,59 (0,48)c | 111,81 (0,71)c |

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator de classificação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verificou-se que as características fisiológicas (TR, FR e FC) nas cabras europeias (Saanen e Parda Alpina) foram mais elevadas ($P < 0,05$) à tarde em comparação às das cabras das raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer), conforme a Tabela 11.

Existiram diferenças da TR dos animais entre o período da manhã e o da tarde. A média da TR dos animais no período da tarde ($40,34^{\circ}\text{C}$) foi maior ($P < 0,01$) do que a média no período da manhã ($39,40^{\circ}\text{C}$) (Tabela 11).

A diferença entre a TR dos animais à tarde e pela manhã foi de $0,94^{\circ}\text{C}$. Entretanto, a amplitude da TR observada durante o dia (manhã e tarde) foi mais expressiva ($P < 0,01$) nos animais da raça Saanen e Parda Alpina ($1,23^{\circ}\text{C}$) em comparação aos animais das raças Anglo-

nubiana e Boer (0,66°C), dando uma interação significativa ($P<0,01$) entre os grupos genéticos e o turno (manhã e tarde).

O mesmo comportamento foi observado quando as outras variáveis fisiológicas (FR e FC) foram submetidas a tratamentos estatísticos com relação à fonte de variação turno (manhã e tarde), onde os animais registraram a FR e FC mais elevadas ($P<0,01$) no período da tarde. Todavia, a amplitude, da FR e FC observadas durante o dia (manhã e tarde) foi maior, respectivamente, nos caprinos das raças europeias (27,81 mov./min. e 35,80 bat./min.) em comparação aos africanos (19,66 mov./min. e 25,82 bat./min.), dando uma interação significativa ($P<0,01$) entre os grupos raciais e o turno (manhã e tarde) em relação a essas variáveis (Tabela 11).

As médias da FR e FC nos animais no período da tarde foram maiores (49,76 mov./min. e 119,48 bat./min.) do que as médias no período da manhã (26,03 mov./min. e 88,82 bat./min.), respectivamente, nos diferentes tipos raciais, conforme consta na Tabela 11. Todavia, a FR e FC média no período da tarde nas cabras das raças europeias Saanen e Parda Alpina foram mais elevadas (53,92 mov./min. e 126,67 bat./min.) em comparação às cabras Anglo-nubiana e Boer (45,60 mov./min. e 112,29 bat./min.), sendo que no período da manhã todos os animais apresentaram a TR, FR e FC médias estatisticamente mais baixas, sendo que as cabras do tronco europeu apresentaram valores mais elevados.

Entre dias, a TR, FR e FC dos caprinos variaram significativamente ($P<0,01$). As médias da TR, FR e FC nos quatro grupos genéticos variaram entre os dias, dando interação de grupos genéticos x dias ($P<0,01$). Todos os aumentos à tarde foram diferentes entre os dias dando uma interação ($P<0,01$) entre turno (manhã e tarde) x dias. O aumento da TR, FR e FC à tarde sobre a diferença de dias variou entre os grupos genéticos, dando interações ($P<0,01$) de grupos genéticos x turno (manhã-tarde) x dias.

Esta situação em que a média das TR, FR e FC variaram entre dias, em parte, devido às variações dos fatores do meio ambiente, principalmente a temperatura ambiente (TA). Todos os aumentos à tarde foram também diferentes sobre os diferentes dias. Esta inclinação também foi verificada por Arruda e Pant (1984 e 1985) e Medeiros et al. (2002a e 2012).

A TR na parte da tarde foi mais elevada do que na parte da manhã (Tabela 11). Esta variação diurna (manhã e tarde) tem sido a origem de maior variabilidade na TR em caprinos (ARRUDA e PANT, 1984 e 1985; MEDEIROS et al., 2002a; SANTOS et al., 2005).

Há na literatura vários estudos relacionados aos efeitos depressivos da ação conjunta dos elementos climáticos sobre a FC dos animais, de modo que à medida que aumenta a temperatura ambiente tem sido registrada a elevação da FC em caprinos. (MEDEIROS et al., 2001; MARTINS JÚNIOR et al., 2007; GOMES et al., 2008; ROCHA et al., 2009).

Em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal na temperatura corporal, que é mínima, pela manhã e máxima no início da tarde. Todavia, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem da temperatura corporal elevada (hipertermia) dos animais nos trópicos, principalmente no verão. A taxa elevada da FR encontrada neste estudo traduz uma resposta para o aumento na TR à tarde, como um mecanismo que os animais utilizam para poder dissipar o calor corporal.

A regulação física do calor corporal através da evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso utilizado com maior intensidade pelos animais das raças europeias (Saanen e Parda Alpina), comparadas às raças africanas (Anglo-nubiana e Boer), que fizeram uso mais moderado da termólise evaporativa via respiratória (pulmonar). Esse é um indício de que nos animais das raças do tronco africano o mecanismo mais importante para a dissipação de calor deve ser pela termólise evaporativa cutânea (sudação). Isto é uma evidência que há diferenças genéticas nas reações fisiológicas dos caprinos durante o período de primavera e verão (época

quente e chuvosa), nos trópicos. E que essas diferenças devem ser de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais.

Em suma, o aumento ou a diminuição da TR, por conseguinte, da FR e da FC nos animais é devido a vários fatores, e um deles é o estresse térmico (MEDEIROS et al., 2002a e b e 2007; GOMES et al., 2008; ROCHA et al., 2009).

Os dados referentes aos valores médios para a temperatura superficial (TS) das diferentes partes do corpo dos animais encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Médias da temperatura superficial (°C) de diferentes regiões do corpo de caprinos: temperatura da frente (TF), temperatura do pescoço (TP), temperatura do lombo (TL), temperatura do costado (TC), temperatura do ventre (TV) e temperatura da canela (TCN), no período da manhã e tarde.

| Raça | Parâmetros | | | |
|---------------|------------|---------|---------|---------|
| | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde |
| | TF | TF | TP | TP |
| Saanen | 29,36Aa | 34,21Ba | 31,92Aa | 34,45Ba |
| Parda Alpina | 29,44Aa | 34,19Ba | 31,97Aa | 34,48Ba |
| Anglo-nubiana | 28,61Aa | 32,84Bb | 31,13Aa | 33,11Bb |
| Boer | 28,56Aa | 32,79Bb | 31,15Aa | 33,07Bb |
| | TL | TL | TC | TC |
| Saanen | 29,30Aa | 34,57Ba | 30,26Aa | 34,61Ba |
| Parda Alpina | 29,34Aa | 34,59Ba | 30,28Aa | 34,63Ba |
| Anglo-nubiana | 28,67Aa | 32,86Bb | 29,54Aa | 32,81Bb |
| Boer | 28,62Aa | 32,83Bb | 29,51Aa | 32,75Bb |
| | TV | TV | TCN | TCN |
| Saanen | 31,41Aa | 35,82Ba | 28,74Aa | 33,52Ba |
| Parda Alpina | 31,44Aa | 35,84Ba | 28,77Aa | 33,55Ba |
| Anglo-nubiana | 30,37Aa | 34,51Bb | 27,93Aa | 32,25Bb |
| Boer | 30,34Aa | 34,47Bb | 27,91Aa | 32,22Bb |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A média da temperatura superficial (TS), de todas as regiões do corpo dos caprinos, em função da raça e turno (Tabela 12) foi de 30,16; 30,21; 29,37 e 29,35°C, pela manhã e 34,53; 34,55; 33,06 e 33,03°C à tarde, respectivamente, para as raças Saanen, Parda Alpina, Anglo-nubiana e Boer.

A análise da variância revelou que não houve diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os grupos raciais para todas as variáveis estudadas (TF, TL, TV, TP, TC e TCN) no período da manhã. Todavia, as raças europeias tiveram os valores mais altos para TS nas diferentes partes do corpo, conforme consta na Tabela 12. Constatou-se que a característica TS de todas as regiões observadas, das raças Saanen e Parda Alpina foi mais elevada à tarde ($P < 0,05$) em comparação à TS das raças Anglo-nubiana e Boer.

No período da tarde, houve diferença entre as médias da TF, TL, TV, TP, TC e TCN nos caprinos do tronco europeu *versus* os do tronco africano, e, as raças de cada tronco não diferenciaram entre si.

Os dados referentes aos valores médios do gradiente térmico entre a temperatura retal (TR) e a temperatura da superfície dos animais (TS) e a TS e a temperatura do ambiente (TA) podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13. Média dos gradientes entre a temperatura retal e superficial (TR-TS) e do gradiente entre a temperatura superficial e do ambiente (TS-TA) em função das raças e dos turnos.

| Grupo Genético | TR – TS | | TS – TA | |
|----------------|---------|--------|----------|----------|
| | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde |
| Saanen | 9,27Aa | 4,90Ba | - 0,04Aa | - 0,67Ba |
| Parda Alpina | 9,20Aa | 4,86Ba | - 0,01Aa | - 0,65Ba |
| Anglo-nubiana | 10,01Aa | 6,31Bb | - 0,83Ab | - 2,14Bb |
| Boer | 10,02Aa | 6,32Bb | - 0,85Ab | - 2,17Bb |
| CV (%) | 4,27 | | 6,64 | |

TR = temperatura retal, TS = temperatura superficial e TA = temperatura ambiente.

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diferença do gradiente térmico (TR-TS) das cabras das raças europeias foi menor à tarde ($P < 0,05$) em comparação a diferença entre a TR-TS das raças africanas. À tarde o gradiente entre a TR e TS foi menor ($P < 0,01$) do que pela manhã entre os animais das quatro raças.

Raças e turno influenciaram significativamente ($P < 0,05$) o gradiente superficial entre a temperatura superficial (TS) e a temperatura do ambiente (TA). As raças do tronco europeu, Saanen e Parda Alpina, apresentaram menor gradiente (TS-TA) do que as do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer) tanto no período da manhã como no da tarde, e as raças, dentro de cada tronco, não diferenciaram entre si em nenhum período do dia.

Os gradientes à tarde sempre foram menores que pela manhã. O menor gradiente entre a temperatura retal e a superficial (TR-TS) e a superficial dos animais e a temperatura do ar (TS-TA), entre outras causas, é devido à temperatura do ar, ser mais alta à tarde, situação essa que dificulta a perda de calor sensível (convecção, condução e radiação).

O redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação), reduzindo a temperatura de superfície (TS). Entretanto, a eficácia desses mecanismos depende da diferença de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente (SOUZA et al., 2005).

A dissipação de calor da forma sensível (mecanismos não evaporativos) depende do gradiente térmico entre a superfície do animal e a temperatura do meio ambiente.

A condução térmica tem grande importância no processo de dissipação de calor, desde o núcleo central até a superfície exterior do animal, bem como da superfície ao meio que o envolve.

O ideal para os animais domésticos é que haja um gradiente em torno de 6°C entre a temperatura central do corpo e a superfície da pele e desta para com o ar. Assim, o fluxo do excesso de calor corpóreo caminhará naturalmente para fora e toda reação química exérgica poderá ser realizada sem causar superaquecimento no corpo do animal (SILVA, 2000).

As altas temperaturas corporais durante o dia (estocagem de calor) são vantajosas porque, quando a temperatura interna aumenta, o gradiente de temperatura entre o corpo e o ambiente é reduzido e, portanto, o ganho de calor ambiente é menor. Apesar das raças estudadas, em especial, as europeias apresentarem maior desconforto térmico.

Os resultados encontrados no estudo com relação à temperatura superficial (TS) considerando as diversas partes do corpo dos animais, o gradiente entre a temperatura retal e a superficial (TR-TS) e a superficial e a temperatura ambiente (TS-TA) está em consonância com os resultados observados por Santos et al. (2005) para as raças Boer, Anglo-nubiana, Moxotó e Pardo-Sertaneja e Souza et al. (2005 e 2008) para mestiços F1 ($\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$

Savanna + ½ SRD, ½ Anglo-nubiana + ½ SRD e ½ Moxotó + ½ SRD). Todavia, os valores obtidos neste estudo para TS foram mais altos, enquanto para a TR-TS e TS-TA os gradientes térmicos foram mais baixos em comparação aos valores citados por Santos et al. (2005) e Souza et al. (2005 e 2008). Essas diferenças ocorreram provavelmente em função da temperatura do ar ter sido mais elevada tanto no período da manhã como no da tarde.

São apresentadas na Tabela 14, as correlações das características fisiológicas (TR, FR e FC) e as ambientais (TA e UR).

Tabela 14. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas (TR, TS, FR e FC) e as ambientais (TA e UR), em caprinos de diferentes raças.

| Variável | Saanen | | Parda Alpina | | Anglo-nubiana | | Boer | |
|----------|---------|--------|--------------|--------|---------------|--------|--------|---------|
| | TA | UR | TA | UR | TA | UR | TA | UR |
| TR | 0,583** | 0,236* | 0,588** | 0,231* | 0,277* | 0,221* | 0,271* | 0,217** |
| TS | 0,531** | 0,238* | 0,536** | 0,234* | 0,247* | 0,226* | 0,239* | 0,221* |
| FR | 0,553** | 0,231* | 0,549** | 0,228* | 0,269* | 0,214* | 0,265* | 0,217* |
| FC | 0,408** | 0,225* | 0,413** | 0,222* | 0,247* | 0,201* | 0,246* | 0,198* |

TR = temperatura retal, TR = temperatura superficial, FR = frequência respiratória e FC = frequência cardíaca, TA = temperatura ambiente e UR = umidade relativa

** = P<0,01, * = P<0,05

Para todos os animais das raças estudadas houve uma correlação linear ($r = 0,398$, $P < 0,01$) entre a TR e a TS, ($r = 0,493$, $P < 0,01$) entre a TR e a FR, ($r = 0,432$, $P < 0,01$) entre TR e a FC e ($r = 0,405$, $P < 0,01$) entre FR e a FC. Essa correlação positiva e significativa, de média a alta entre as características fisiológicas analisadas, significa que o aumento em uma característica foi acompanhado por elevação nas outras.

As correlações entre a TA e a TR para os caprinos das raças Saanen e Parda Alpina (tronco europeu) e a Anglo-nubiana e a Boer (tronco africano) foram, a seguir: ($r = 0,583$, $P < 0,01$), ($r = 0,588$, $P < 0,01$), ($r = 0,278$, $P < 0,05$) e ($r = 0,271$, $P < 0,05$), respectivamente, conforme a Tabela 14. Essas correlações altamente significativas, verificadas nos animais das raças Saanen e Parda Alpina indicam que os mesmos reagiram às elevações da TA aumentando a TR, assim como a TS ($r = 0,531$, $P < 0,01$) e ($r = 0,536$, $P < 0,01$) a FR ($r = 0,553$, $P < 0,01$) e ($r = 0,549$, $P < 0,01$) e a FC ($r = 0,408$, $P < 0,01$) e ($r = 0,413$, $P < 0,01$), respectivamente, pois a capacidade termorreguladora das raças europeias não foi suficiente para manter a homeotermia; encontrando, portanto, dificuldade de suportar o calor por deficiência de outros aspectos do aparelho termorregulador, como, por exemplo, a termólise evaporativa via cutânea (sudação). Os animais das raças Anglo-nubiana e Boer, embora houvesse aumento na TR, TS, FR e FC com elevação da TA, reagiram melhor do que os animais das raças europeias, isto é, regularam melhor o excesso de calor produzido nas horas mais quentes, mantendo sua TR, TS, FR e FC em níveis mais baixos.

Verificou-se que tanto os caprinos do tronco europeu como o africano reagiram às variações da UR (Tabela 14), considerando todos os animais, a correlação linear simples entre esta variável e a TR foi positiva e significativa ($r = 0,209$, $P < 0,05$). O aumento da UR proporcionou a elevação na TR, o que revela desse modo que as raças de ambos os troncos foram sensíveis às variações da UR em relação a TR, conforme consta na Tabela 14.

Nos dias de execução do índice de tolerância ao calor (ITC) os valores obtidos para o ITU pela manhã, das 7:00 às 12:00 horas variou de 73,33 a 79,33, e à tarde, das 12:00 às 17:00 horas 81,74 a 84,83, no cabril. Na mesma sequência, o ITGU pela manhã das 7:00 às 12:00 horas variou de 82,28 e 85,33, e à tarde, das 12:00 às 17:00 horas de 89,25 a 97,17, no sol. Pela manhã, o ITU mostrou que a ambiência estava em situação crítica, à tarde a

ambiência estava em situação prejudicial como de emergência. Para o ITGU no período da manhã, a ambiência estava em situação prejudicial como de emergência para os animais, no período da tarde este índice de conforto animal apresentava uma situação de emergência.

Verificou-se uma correlação positiva e significativa ($r = 0,588$, $P < 0,01$) entre a TA e o ITU e ($r = 0,598$, $P < 0,01$) entre a TA e o ITGU. À medida que aumenta o valor do ITU e ITGU, diminuiu o conforto térmico dos animais prejudicando o bem-estar dos animais.

As médias das mínimas e máximas da temperatura e umidade relativa do ar durante os dias da execução do ITC de Baccari Júnior et al. (1986) foram, a seguir: pela manhã (07 às 12 horas) 27,9 e 32,7°C e 64,1 e 70,5%, à tarde (12 às 17 horas) de 32,8 e 35,8°C e 55,4 e 61,6%, respectivamente dentro do cabril. No sol, na mesma sequência 30,8 e 35,8°C e 62,8 e 72,2% pela manhã e 35,6 e 39,7°C e 55,5 e 63,8% à tarde. A média da temperatura e umidade relativa do ar registrada durante as horas do teste (11:00 horas da manhã), após os animais terem ficado duas na sombra, dentro do cabril foi de 32,5°C e 65,5%, respectivamente. Já no período da tarde das 13 às 14 horas, no sol, a temperatura e a umidade relativa do ar, foram de 38,7°C e 57,2%.

As médias da temperatura retal (TR1) às 11:00 e às 15:00 horas (TR2) e o índice de tolerância ao calor (ITC) de Baccari Júnior et al. (1986), são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15. Médias e erro-padrão da temperatura retal um (TR1) e da temperatura retal dois (TR2) e do Índice de Tolerância ao Calor (ITC) de Baccari Júnior, em caprinos.

| Raças | Parâmetros | | |
|---------------|----------------|----------------|-------|
| | TR1 (°C) | TR2 (°C) | ITC |
| Saanen | 39,80 (0,04)Aa | 40,91 (0,06)Ba | 8,89a |
| Parda Alpina | 39,78 (0,04)Aa | 40,87(0,06)Ba | 8,91a |
| Anglo-nubiana | 39,63 (0,03)Ab | 40,00(0,05)Bb | 9,63b |
| Boer | 39,62 (0,03)Ab | 39,97 (0,05)Bb | 9,65b |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Caprinos das raças Saanen e Parda Alpina apresentaram TR2 maior ($P < 0,01$) do que a TR1, já as africanas (Anglo-nubiana e Boer) as diferenças foram menores ($P < 0,05$), bem como menores o ITC (Tabela 15), confirmando os dados anteriores que já demonstraram a maior suscetibilidade de caprinos do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina) ao calor da baixada Fluminense.

A pequena variação entre a TR2 e a TR1 de caprinos das raças do tronco africano se traduziu em um melhor índice de tolerância ao calor ($P < 0,01$), conforme Tabela 15.

Souza (2003) ao submeter caprinos mestiços de diferentes grupos genéticos (exóticos, nativos e SPRD) criados em confinamento ao teste de Baccari Júnior et al. (1986) observou que os animais apresentaram o mesmo grau de tolerância ao calor. Todavia, os caprinos exóticos eram oriundos do tronco africano. Concordando com Santos et al. (2005) que também não verificaram diferença em caprinos das raças Boer e Anglo-nubiana (exóticos), e Moxotó e Parda Sertaneja (nativas) e com Silva (2006) trabalhando com caprinos das raças Boer, Savana, Anglo-nubiana e Moxotó, em confinamento, submetidos ao ITC de Baccari Júnior. Esta mesma tendência foi observada por Souza et al. (2008) aplicando este mesmo teste, salientam que caprinos mestiços de 1ª geração (GF1) resultantes de cruzamentos das raças Boer, Savana, Kalarari, Anglo-nubiana e Moxotó com caprinos SPRD na Região Nordeste, não notaram diferença entre os mestiços, que apresentaram elevado índice de tolerância ao calor. Esses autores reportam que, com base nos parâmetros apresentados (temperatura retal, superfície corporal, frequência respiratória e cardíaca) e dos valores

obtidos pelo ITC, as raças exóticas (Anglo-nubiana, Boer, Savana, Kalarari) puras e mestiças dessas raças com os tipos SPRD, demonstraram um alto grau de adaptabilidade às condições semi-áridas, semelhantes às raças nativas (Moxotó e Parda Sertaneja).

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste estudo permitem concluir que existem diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam as reações fisiológicas e a termorregulação dos animais, pois as raças de origem europeias revelaram-se mais sensíveis ao estresse térmico.

As cabras avaliadas das raças Anglo-nubiana e Boer estão adaptadas às altas temperaturas que ocorrem no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Ao contrário as cabras das raças Saanen e Parda Alpina não estão adaptadas às condições climáticas dessa região.

A utilização das raças Anglo-nubiana e Boer, de origem africana, para incrementar a produtividade caprina em clima quente e úmido pode ser uma alternativa para a região da Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1.,1990, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1990. p. 9-17.
- BACCARI JÚNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, P. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, Campo Grande, MS, **Anais...**, SBZ, 1986. p. 316.
- CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Território**. 2. ed. Rio de Janeiro:CIDE, 1998. 80p. il.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO – FIDERJ. **Indicadores Climatológicos**. Rio de Janeiro, 2008. 65p. il.
- HABEEB, A. L. M.; MARAY, I. F. M.; KAMAL, T. H. **Farm animals and the environment**. Cambridge: CAB, 1992. 428p.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. c. 2, p.151-174. In: Yousef, M.K. **Stress Physiology in Livestock: Ungulates**. Boca Raton, CRC Press. Inc., 1985.
- HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. 2.ed. São Paulo: EDU/EDUSP, 1981. 91p.
- INGRAM, D. L.; MOUNT, L. E. **Man and animals in hot environments**. Springer-Verlag, New York, 1975. 185p.
- 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, n.2, p.544-549, 2006.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; SCHERER, P. O. Frequência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.23, n.5, p.44-47, set/out, 2001.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; SCHERER, P. O.; OLIVEIRA, C. A.; ALMEIDA, J. C. de C. Efeitos da idade e raça sobre a temperatura corporal de caprinos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.9, n.1, p.32-35, jan./abr., 2002a.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R.; CIDREIRA, R. G; LUNA, M. C. M. de; ZANINE, A de M.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.24, n.1, p.40-43, jan./fev., 2002b.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; FONSECA, C. E. M. da; PEDROSA, I. de A.; GUERSON, D. F.; PEREIRA, V. V.; MADEIRO, A. S. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.64, n.4, p.275-285, out/dez, 2007.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; PASSOS, N. P.; PATRÍCIO, P. M. P.; SOUZA, D. C. de; COSTA, E. C. X. da; YOGUI, E. K.; FONSECA, M. V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.34, n.1, p.35-46, jan./mar., 2012.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007, 96p. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado. 96p. 2007.

PIRES, M. de F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora, MG, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, 2006. 4p. (EMBRAPA/CNPGL. Comunicado Técnico, 52)

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, F. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, 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, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**. User's guide: Statistics. Version 6.11 edition. Cary, NC: SAS, 1996. 956p.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio ambiente Ambiente**, 5.ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2002. 611p.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

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**, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

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**, Lavras, v.29, n.1, p.177-184, jan./fev., 2005.

CAPÍTULO III

REAÇÕES FISIOLÓGICAS DE CABRAS EM DIFERENTES AMBIENTES E COEFICIENTE DE TOLERÂNCIA AO CALOR EM CABRITOS

RESUMO

O experimento foi delineado para medir os efeitos do estresse térmico sobre a temperatura retal (TR) e a frequência respiratória (FR) em cabras das raças Boer e Saanen, sob as condições de clima quente e úmido do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Região Sudeste do Brasil; também se aplicou o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho sobre cabritos puros e cruzados. As cabras foram alocadas em três grupos, cada um com quatro Boer e quatro Saanen. Cada grupo ficou em ambiente diferente, constituído de três tratamentos experimentais. O tratamento A, com instalações totalmente cobertas; o B, sem cobertura, com exposição direta ao sol; e o tratamento C, em ambiente parcialmente sombreado, com metade da área da instalação coberta, permitindo às cabras livre acesso à sombra ou ao sol. O delineamento experimental foi o Quadrado Latino Balanceado. A TR e FR das cabras, na parte da tarde (às 15:00 horas) foram mais elevadas que na parte da manhã (às 9:00 horas). As cabras mantidas ao sol apresentaram a TR e FR mais elevadas à tarde, quando comparadas às cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado. Não houve diferenças significativas na TR e FR das cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado. Houve diferença na TR e FR entre raças na parte da manhã e à tarde. Independente do tratamento e da variação da temperatura ambiente diurna (manhã e tarde), as médias da TR e FR nas cabras Boer foram mais baixas do que nas cabras Saanen, que se revelaram no presente estudo mais sensíveis ao estresse térmico. Pela aplicação do CTC de Amakiri e Funcho, os cabritos puros Saanen (tronco europeu) e Boer (tronco africano) obtiveram o CTC de 67,06 e 86,14, respectivamente. Na mesma sequência os $\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Boer, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer e o *three cross* ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{4}$ Boer + $\frac{1}{2}$ Saanen), 72,64, 80,74 e 85,42%, verificando-se maior adaptação do Boer e do *three cross*.

Palavras-chave: Bioclimatologia, coeficiente de tolerância ao calor, estresse térmico, frequência respiratória, temperatura retal

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL REACTIONS IN GOAT BREEDS MAINTAINED UNDER SHADE, SUN AND PARTIALLY SHADED AREAS

The experiment was carried out to measure the effects of thermal stress on the rectal temperature (RT) and respiratory frequency (RF), in animals of Boer and Saanen breeds, under the conditions of hot and humid climate of city of Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, South East Region of Brazil; also the heat tolerance coefficient (HTC) of Amakiri e Funcho was applied on pure and crossbreeds kids. The goats were divided into three groups, each group consisting of four females from each breed group. Each group was subjected to different surroundings, constituted by three experimental treatment: treatment A, with a sun protected enclosed area; treatment B, a sun exposed area without covering; and treatment C, area with a 50% covered section and a 50% sun exposed area, which permitted free circulation of the goats. A Balanced Latin Square was used. The RT and RF of the goats, in the afternoon periods (15h00), were higher, than in the morning periods (09h00). The animals kept in the sun presented much higher results, especially in the afternoon periods, than the animals in the other two confinement areas. There were no differences in the RT and RF of the groups maintained in the shade or in partially covered area. There were differences in the RT and RF measurements between the two breeds, in the morning periods and in the afternoon periods. Independently of treatment and daily (morning and afternoon) surrounding temperature variation, the average of RT and RF in the Boer goats were lower than the Saanen goats, which revealed in the present study to be more sensitive to thermic stress. By the application of Amakiri e Funcho coefficient of heat tolerance (CHT), the Saanen and Boer goats obtained CHT of 67.42 and 85.24, respectively. The cross breed, $\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Boer, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer and the three cross ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubian + $\frac{1}{4}$ Boer + $\frac{1}{2}$ Saanen), obtained 73.37, 80.74 and 85.06%, respectively, verified higher adaptation of the Boer and three cross.

Key words: Bioclimatology, coefficient of heat tolerance, rectal temperature, respiratory frequency, thermic stress

1 INTRODUÇÃO

Dentre os efeitos do clima sobre as reações fisiológicas dos animais, a elevada temperatura ambiente, a umidade do ar e a radiação solar direta são elementos estressantes, normalmente associados ao baixo desempenho dos ruminantes nas regiões tropicais (SILVA, 2000).

As raças caprinas especializadas em produção de leite, que estão sendo criadas no Brasil, principalmente a Saanen e as Alpinas, são oriundas da Europa. Esta região é caracterizada como clima temperado, onde as condições climáticas favorecem o equilíbrio térmico dos animais, pois o calor corporal pode ser mais facilmente dissipado em razão da temperatura ambiente inferior à temperatura interna do animal. Sendo o Brasil um país tropical, esses animais passam a enfrentar uma situação para a qual não se acham geneticamente preparados, e os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nas reações fisiológicas.

Os caprinos são animais homeotérmicos, e, portanto possuem capacidade de manter sua temperatura corporal relativamente constante dentro de certos limites. Sob condições de estresse térmico, os mecanismos fisiológicos de perda de calor são ativados para manter a sua temperatura corporal média dentro dos termos da homeotermia (SILVA, 2000).

A resistência de um animal às altas temperaturas é definida pela sua maior ou menor capacidade em dissipar o calor excessivo. Entre os mecanismos mais importantes para essa dissipação está a evaporação, tanto cutânea como respiratória (SILVA, 2000; OLIVEIRA, 2007; MEDEIROS et al., 2008; ROCHA et al., 2009).

Animais submetidos ao estresse térmico apresentam aumento da frequência respiratória como um dos mecanismos fisiológicos de perda de calor por evaporação.

Um dos fatores de êxito na aclimação dos animais de climas temperados, nas regiões tropicais, geralmente obtida à custa da normalidade de muitas funções orgânicas, seria a adoção de medidas que possam atenuar ou diminuir o estresse térmico desses animais, através da construção de abrigos, bem como arborização dos pastos (BARBOSA e SILVA, 1995; ENCARNAÇÃO e KOLLER, 1999).

O sombreamento tem a função de reduzir a incidência de calor procedente da radiação solar direta e conseqüentemente diminuir a temperatura ambiente e corporal, favorecendo o equilíbrio térmico dos animais (BARBOSA e SIVA, 1995; ENCARNAÇÃO e KOLLER, 1999; PIRES et al., 2002; MEDEIROS et al., 2008).

De acordo Baccari Júnior (1990) seria ideal que as determinações da adaptabilidade de um animal a um determinado ambiente guardassem alta correlação com o desempenho produtivo. A maior parte das avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes pode incluir-se em duas classes: “adaptabilidade fisiológica”, que descreve a tolerância de um animal a um ambiente quente mediante, principalmente, modificações no seu equilíbrio térmico; e “adaptabilidade de rendimento” que descreve as modificações do rendimento do animal experimentadas em um ambiente quente.

O conhecimento da tolerância e da capacidade de adaptação de raças introduzidas em uma nova região serve como suporte técnico para o norteamo de programas de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2008; ROCHA et al., 2009), uma vez que o ambiente é composto de fatores complexos que cercam determinada espécie de ser vivo podendo ser favorável ou desfavorável ao seu desenvolvimento biológico, produtivo e reprodutivo (BACCARI JÚNIOR, 1990; SILVA et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho foi estudar as reações da temperatura retal e frequência respiratória em cabras das raças Saanen, de clima temperado, e da Boer, de clima tropical, mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado e aplicação do coeficiente

de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho (1979) em cabritos puros da raça Saanen e Boer e cruzados, criados em regime semi-intensivo no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo referem-se a um criatório de caprinos localizado na colônia agrícola da Ilha de Guaratiba, Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. O estudo foi conduzido pelo Programa de Desenvolvimento da Caprinocultura do Município do Rio de Janeiro (CAPRI-RIO) da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social (SMDS), com o apoio do Programa de Gerenciamento de Cabras Leiteiras (GEROCABRA) do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal (DRAA) do Instituto de Zootecnia, UFRRJ e da associação dos produtores rurais da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro.

Geograficamente, o Município do Rio de Janeiro situa-se a 43°32' de longitude Oeste e 22°55' de latitude Sul de GW, aproximadamente, e a uma altitude de menos de 25m acima do nível do mar. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima é descrito como Aw. A temperatura média anual é 23,8°C, a média das máximas é 27,9°C e das mínimas 21°C, a temperatura máxima absoluta é 38,9°C e a mínima 11,2°C, a umidade relativa média é 79%, e a precipitação anual média é 1279,8mm, concentrada nos meses de outubro a março (FIDERJ, 2008).

Os registros dos dados iniciaram-se em 21 de dezembro de 2006 prolongando-se até 14 de março de 2007, com três períodos com duração de 28 dias cada (21/12/2006 a 17/01/2007, 18/01 a 14/02 e 15/02 a 14/03) analisando-se os registros climáticos e fisiológicos dos últimos 14 dias de cada período, pela manhã e à tarde.

O período pré-experimental de duração de 10 dias (10 a 20/12/2006) foi para que os animais pudessem se adaptar ao manejo, com relação às avaliações das medidas fisiológicas e uma melhor interação com o homem.

No que se refere ao espaço físico dentro dos boxes, no cabril, foi levado em consideração o espaço individual adicionado ao espaço social dos animais, tentando com isto minimizar as interações sociais.

Foram utilizadas doze cabras da raça Boer e doze da raça Saanen, com 30 a 42 meses de idade, com peso vivo médio de 50 kg, todas não lactantes e vazias. As cabras foram alocadas em três grupos, cada um com quatro Boer e quatro Saanen. Cada grupo ficou em ambiente diferente, constituindo três tratamentos experimentais. O tratamento A, com instalações totalmente cobertas com paredes laterais de telas de arame galvanizado do tipo hexagonal com abertura de malha de 5,08cm, com a finalidade de facilitar a ventilação natural favorecendo o arejamento do ambiente; o B, sem cobertura, com exposição direta ao sol e o tratamento C, em ambiente parcialmente coberto, com metade da área da instalação coberta, com paredes laterais de telas com abertura permitindo às cabras livre acesso à sombra ou ao sol. A orientação do eixo maior da cobertura era norte-sul.

Os animais foram mantidos em áreas individuais de 2,50 x 2,00m², providas de comedouros e bebedouros. As áreas de cobertura total e parcial foram constituídas de telha de barro do tipo "francesa" com 2,50 metros de pé direito.

A alimentação foi à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Ness) Stapf), além de feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), com suplementação de concentrado comercial (18% de PB e 2600 Kcal) e mistura de um complexo mineral comercial com sal comum nas proporções recomendadas pelo fabricante, e água "ad libitum".

Os dados meteorológicos foram obtidos em um posto meteorológico da estação de Guaratiba, município do Rio de Janeiro, em local próximo ao ensaio (Tabela 17). Para auxiliar nos cálculos dos parâmetros climáticos da temperatura do ar (máxima, mínima e média) e da umidade relativa do ar, foi utilizado um termohigrômetro digital Icel Manaus Modelo HT-208

no local do estudo, ao sol e dentro das instalações (ambiente parcialmente sombreado e sombreado).

A metodologia aplicada para aferição da temperatura retal (TR) consistiu na introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até de 44°C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de seis centímetros, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa do animal, permanecendo por um período de cinco minutos e o resultado da leitura expresso em graus centígrados.

A obtenção da frequência respiratória (FR) foi realizada por meio da auscultação indireta (auscultação mediata) das bulbas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência respiratória em movimentos por minuto (mov./min) e a frequência cardíaca (FC) foi aferida também 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, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bat./min).

A TR e a FR das cabras foram registradas, às 9:00 e 15:00 horas, nos últimos 21 dias de cada período experimental.

Para as características fisiológicas TR e FR os dados foram avaliados para as seguintes fontes de variação: raças (R), manhã e tarde (MT) e dias (D).

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino balanceado em esquema fatorial de 2 x 2 x 3 dois grupos genéticos (Boer e Saanen), dois turnos de coleta (manhã e tarde), três tratamentos (ao sol, ambiente parcialmente sombreado, a sombra), em três períodos.

Nas análises estatísticas, utilizou-se o procedimento General Linear Model (GLM) do modelo estatístico System Analysis Statistical (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para a aplicação do CTC de Amakiri e Funcho, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 x 2, quatro grupos genéticos (Saanen e Boer puros e cruzados $\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Boer, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer e o *three cross* ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen), dois turnos de coleta (manhã e tarde), com seis repetições.

Para análise estatística do ITC foi utilizado o mesmo procedimento anterior (GLM) do programa Sas (1996). A comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi verificada a capacidade de tolerância ao calor (CTC) através do Teste de Amakiri e Funcho (1979) segundo a fórmula, a seguir:

$CTC = 100 - [18 (T_{15} - T_9)]$, em que:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal constante;

18 = constante;

T_{15} = temperatura retal tomada às 15 horas;

T_9 = temperatura retal tomada às 9 horas.

Entre os dias 26 e 31/01/2007, dentro do 2º período (18/01 a 14/02/2007), aplicou-se o CTC proposto por Amakiri e Funcho. O teste foi realizado por seis dias consecutivos, registrando a TR no período da manhã e a tarde, em dias ensolarados, com pouco vento e nebulosidade. Foram utilizados 60 cabritos machos castrados, entre 10 e 12 meses de idade, sendo 12 de cada grupo genético (Saanen e Boer), e os cruzados F1 ($\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ Saanen), F2 ($\frac{3}{4}$ Saanen + $\frac{1}{4}$ Boer) e o *three cross* ($\frac{1}{2}$ Anglo-nubiano + $\frac{1}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen).

Nos dias em que foi aplicado o CTC de Amakiri e Funcho às 8 horas da manhã os animais foram conduzidos ao sol (solário cimentado anexo ao cabril), permanecendo por uma hora no sol, às 9 horas foi registrada TR1, no próprio solário, após os animais eram recolhidos

ao cabril onde recebiam apenas água. À tarde às 14 horas os cabritos foram novamente conduzidos ao sol, permanecendo por uma hora, sendo realizada a segunda aferição da temperatura retal (TR2) à tarde às 15 horas, após os animais eram recolhidos ao cabril onde recebiam água e alimentação.

O CTC de Amakiri e Funcho foi modificado, visto que no original, os animais ficariam o dia todo (manhã e tarde) no sol, o que levaria os animais a um estresse térmico desnecessário, visto que na ocasião da aplicação do teste, a temperatura do ar estava bastante alta tanto dentro do cabril, notadamente, no sol.

Durante a aplicação do teste de Amakiri e Funcho, para aferição a temperatura retal (TR1 e TR2) dos animais, no tronco de contenção foi utilizado termômetros clínicos digitais, Modelo GT3020 flexível com escala de 32 a 44°C, mantido no reto, até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura.

Calculou-se também o coeficiente de correlação linear (r) entre as médias das variáveis ambientais, temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) e da fisiológica (TR) entre os grupos raciais e em todos os animais.

Foi utilizado como indicador de conforto animal o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo a equação abaixo:

$ITGU = Tgn + 0,36 Tpo + 41,5$, em que:

Tgn = temperatura do globo negro de Vernon, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius.

O valor do ITGU de 70 ou menos mostra uma condição normal; valores entre 71 e 78 indicam uma condição crítica; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995).

Para calcular o ITGU, foram coletados *in loco* os seguintes parâmetros: temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido com a utilização de um psicrômetro não ventilado protegido da radiação solar e do vento, e a temperatura do globo negro (TGN) através do globo negro de Vernon afixado a uma altura média do flanco da cabra, medida na sombra e no sol. Todas as leituras ocorreram em intervalos de 30 minutos, no período das 6:00 às 18:00 horas, durante o estudo.

As comparações das médias do ITGU acrescentando as da TGN segundo os tratamentos foram feitas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TA, UR e precipitação pluviométrica, medidas e registradas por termohigrógrafo e pluviômetro do posto meteorológico local, são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16. Médias da temperatura ambiente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica observada durante os períodos experimentais.

| | Períodos* | | |
|---------------------------------|-----------|-------|-------|
| | I | II | III |
| Temperaturas (°C): | | | |
| Mínima | 24,8 | 25,3 | 24,6 |
| Máxima | 41,8 | 42,5 | 41,3 |
| Média | 31,9 | 32,4 | 31,7 |
| Umidade relativa do ar (%) | 79,7 | 82,5 | 78,2 |
| Precipitação pluviométrica (mm) | 105,7 | 127,7 | 102,5 |

* I = dez./jan., II = jan./fev., III = fev./mar.

** O parâmetro climático temperatura do ar/ambiente (TA) foram registrados apenas no período das 6 a 18 horas.

As médias da TA, TGN e UR, nos horários de coleta nos períodos experimentais, são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17. Médias da temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro (TGN) e umidade relativa do ar (UR), às 9:00 e às 15:00 horas, nos períodos experimentais.

| Períodos* | TA (°C) | | TGN (°C) | | UR (%) | |
|-----------|---------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | 9:00 | 15:00 | 9:00 | 15:00 | 9:00 | 15:00 |
| I | 28,9 | 38,2 | 30,5 | 44,8 | 75,5 | 58,8 |
| II | 29,6 | 39,2 | 31,8 | 47,3 | 76,5 | 61,3 |
| III | 28,7 | 37,8 | 30,2 | 44,5 | 75,2 | 58,6 |

* I = dez./jan., II = jan./fev., III = fev./mar.

Durante os períodos a TA mais elevada foi observada à tarde, e a UR na parte da manhã (Tabela 17).

As médias da TR e FR das cabras de diferentes raças nos períodos da manhã, às 9:00 e às 15:00 horas, segundo os tratamentos, são apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18. Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de cabras, segundo os tratamentos experimentais.

| Tratamentos | 9:00 horas | | 15:00 horas | |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | TR (°C) | FR (resp./min) | TR (°C) | FR (resp./min) |
| Sol | 39,78 (0,03)b | 49,26 (0,51)b | 41,58 (0,07)b | 107,44 (0,76)b |
| Sombra (em cabril) | 39,45 (0,02)a | 35,91 (0,39)a | 40,56 (0,06)a | 75,07 (0,58)a |
| Ambiente parcialmente sombreado | 39,48 (0,02)a | 36,75 (0,38)a | 40,64 (0,06)a | 75,92 (0,59)a |
| CV (%) | 1,04 | | 14,27 | |

TR = a > b (Duncan, P<0,01)

FR = a > b (Duncan, P<0,01)

Nota: As comparações das médias foram feitas dentro de cada fator principal de classificação.

A TR e FR das cabras na parte da tarde foi significativamente maior (P<0,01) do que na parte da manhã (Tabela 18).

As cabras expostas ao sol apresentaram a TR e FR mais elevada (P<0,05) às 9:00 e (P<0,01) às 15:00 horas do que aquelas mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado (Tabela 18).

A carga térmica acrescentada, recebida da radiação solar direta, resultou em aumento da quantidade de calor interno, e foi mais intensa à tarde (Tabela 18). Não houve diferença significativa (P>0,05) na TR das cabras mantidas à sombra ou em ambiente parcialmente sombreado (Tabela 18).

A TR e FR registradas às 9:00 e 15:00 horas não foram influenciadas (P>0,05) pelos períodos experimentais, talvez em razão da pequena variação na TA e na UR nos períodos.

As médias da TR e FR das cabras das raças Saanen e Boer nos períodos da manhã e a tarde, são apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19. Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), segundo as raças.

| Raças | 9:00 horas | | 15:00 horas | |
|--------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | TR (°C) | FR (resp./min) | TR (°C) | FR (resp./min) |
| Boer | 39,45 (0,03)a | 34,81 (0,39)a | 40,46 (0,05)a | 74,56a |
| Saanen | 39,70 (0,04)b | 46,41 (0,47)b | 41,38 (0,07)b | 97,72b |
| CV (%) | 0,88 | | 11,66 | |

TR = a > b (Duncan, P<0,05), às 9:00 horas

a > b (Duncan, P<0,01), às 15:00 horas.

FR = a > b (Duncan, P<0,05), às 9:00 horas.

a > b (Duncan, P<0,01), às 15:00 horas.

Nota: As comparações das médias foram feitas dentro de cada fator principal de classificação.

Houve influência significativa da raça sobre a TR dos animais (Tabela 19). As cabras da raça Saanen apresentaram a TR mais elevada (P<0,05) às 9:00 e (P<0,01) às 15:00

horas comparada a TR da raça Boer, o que se deve à maior absorção da radiação solar incidente pela raça europeia e/ou menor dissipação de calor absorvido.

As médias da temperatura do globo negro (TGN) e o índice de conforto animal (ITGU) nos períodos da manhã e a tarde, segundo os tratamentos, são apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20. Médias da temperatura do globo negro (TGN) e do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo os tratamentos experimentais.

| Tratamentos | TGN (°C) | | ITGU | |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Manhã (7 às 12 hs) | Tarde (12 às 17 hs) | Manhã (7 às 12 hs) | Tarde (12 às 17 hs) |
| Sol | 43,42b | 51,85b | 94,97b | 105,31b |
| Sombra (em aprisco) | 36,15a | 40,27a | 80,78a | 85,30a |
| Ambiente parcialmente sombreado | 36,63a | 40,83a | 81,85a | 86,41a |
| CV (%) | 6,05 | | 2,71 | |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada fator de classificação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O valor obtido para o ITGU foi acima de 70, o ITGU variou de 80,78 a 105,31 e a TGN de 36,15 a 51,85°C (Tabela 20), o que significa que o ambiente estava sendo bastante prejudicial, indicando que os animais estavam em desconforto térmico nos três tratamentos, independente do período (manhã e tarde), em especial quando estes estavam ao sol, onde o ITGU variou de 94,97 e 105,31, pela manhã e a tarde, respectivamente (Tabela 20). Um valor do ITGU acima de 83 mostra que uma condição de emergência está presente para os animais (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995).

Pela aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, verificou-se que as médias do ITGU e da TGN do tratamento ao sol foram significativamente superiores às médias dos mesmos nos tratamentos à sombra e no ambiente parcialmente sombreado (Tabela 20).

A TR e FR na parte da tarde foram mais elevadas do que na parte da manhã. Pant et al. (1985), Medeiros et al. (2007 e 2008) e Santos et al. (2005) citam que esta variação diurna (manhã e tarde) tem sido a origem de maior variabilidade na TR em caprinos. A TR e FR podem variar dependendo do ambiente térmico.

Em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal na temperatura corporal, que é mínima, pela manhã e máxima no início da tarde. Todavia, sob estresse térmico, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia. Tal fato faz com que a temperatura ambiente à tarde venha a ser a origem da temperatura corporal elevada (hipertermia) dos animais nos trópicos, principalmente no verão (MEDEIROS et al., 2008).

A taxa elevada da FR encontrada neste estudo traduz uma resposta para o aumento na TR à tarde, como um mecanismo que os animais utilizam para poder dissipar o calor. No presente estudo, a TR e FR registradas em caprinos, pela manhã e à tarde, segundo os tratamentos, estão dentro da faixa de variação encontradas citadas na literatura (ARRUDA e PANT, 1985a e b; MEDEIROS et al., 2008 e 2012; SANTOS et al., 2005; SOUZA et al., 2008) em diferentes grupos genéticos de caprinos.

Nos dois grupos raciais de caprinos houve uma correlação positiva e significativa entre a TA e a TR para animais da raça Saanen ($r = 0,591$, $P < 0,01$), para os animais da raça Boer ($r = 0,282$, $P < 0,05$). Essa correlação altamente significativa, verificada nos animais

Saanen, indica que os mesmos reagiram às elevações da TA aumentando a TR, pois, sua capacidade termorreguladora não foi suficiente para manter sua homeotermia; encontrando, portanto, dificuldade de suportar o calor por deficiência de outros aspectos do aparelho termorregulador, como menor taxa de sudorese, conforme encontrou Ligeiro et al. (2006). Para os animais da raça Boer, embora houvesse aumento na TR com elevação da TA, parece que esses reagiram melhor que os Saanen, isto é, regularam melhor o excesso de calor produzido nas horas mais quentes, mantendo sua TR em níveis mais baixos (Tabela 19). A correlação entre a TA e a TR, considerando todos os animais, foi positiva ($r = 0,435$, $P < 0,01$).

Verificou-se que tanto os caprinos do tronco europeu como o africano reagiram às variações da UR, considerando todos os animais, a correlação entre esta variável e a TR foi positiva e significativa ($r = 0,235$, $P < 0,05$). O aumento da UR proporcionou a elevação na TR, o que revela desse modo que os dois grupos genéticos de caprinos foram sensíveis às variações da UR em relação a TR.

As cabras europeias apresentaram FR mais elevada do que as da raça Boer, principalmente quando os animais foram expostos à radiação solar, indicando maior estresse ao calor da raça Saanen de clima temperado, em relação de clima tropical. A regulação física do calor corporal através da evaporação pelas vias respiratórias foi um recurso utilizado com maior intensidade pela raça europeia, comparado à raça do tronco africano, que fez uso mais moderado da dissipação do calor pela evaporação através da respiração. Esse é um indício de que na raça Boer o mecanismo mais eficiente para essa dissipação deve ser a evaporação cutânea (LIGEIRO et al., 2006). Esse mesmo comportamento foi observado por Medeiros et al. (2006 e 2008) trabalhando com caprinos da raça Anglo-nubiana do tronco africano e caprinos das raças Saanen e Parda Alpina do tronco europeu. Quando as cabras do tronco europeu apresentaram a FR mais elevada do que as da raça do tronco africano. Evidenciando uma menor termólise evaporativa via sudorese dos animais do tronco europeu em comparação aos caprinos do tronco africano.

A raça Boer apresenta características morfológicas do pelame mais importantes para os ambientes tropicais, como menor média de espessura da capa do pelame, menor comprimento médio dos pelos. Apresentam uma pelagem branca com pelos na tonalidade do vermelho claro até o mais escuro (na cabeça, orelhas e pescoço). Pêlos curtos, pele pigmentada e pele solta parecem dar ao Boer maior proteção contra radiação solar (QUADROS, 2012) em comparação ao Saanen, que possui um pelame branco, porém, com maior espessura da capa, maior comprimento médio dos pêlos e a cor da pele e das mucosas rosadas, sem pigmento (RIBEIRO, 1998).

O pelame interfere diretamente nas trocas de calor sensível, pois ele constitui uma barreira à passagem do fluxo de energia, devido ao isolamento proporcionado pela estrutura física das suas fibras e pela camada de ar aprisionada entre elas. Assim, para dissipar a energia térmica produzida pelo metabolismo e a recebida do ambiente, o animal pode recorrer à evaporação ou estocar a energia térmica até certo limite, conseqüentemente aumentando a temperatura corporal (LIGEIRO et al., 2006; OLIVEIRA, 2007). A proteção contra radiação solar e a eficiência da termólise são os aspectos relacionados ao papel termorregulador do pelame e sua conformação (SILVA, 2000; MEDEIROS et al., 2007).

Neste estudo, a elevação da FR à tarde não foi suficiente para manter a TR constante, principalmente nas cabras da raça Saanen. Esta inclinação também foi observada por Medeiros et al. (2006 e 2008).

Se a região tropical for úmida, como no caso do município do Rio de Janeiro, principalmente no período das águas, (primavera e verão), época quente e chuvosa, elevados níveis de pressão de vapor do ar podem dificultar a evaporação cutânea e a respiratória resultando na elevação da TR, o que por sua vez ocasiona reduções dos processos produtivos. Segundo Ligeiro et al. (2006) e Oliveira (2007) a perda de calor por evaporação depende da

pressão parcial de vapor da superfície do animal e da atmosfera.

A temperatura e umidade relativa do ar durante os dias da execução do CTC de Amakiri e Funcho, pela manhã (7:00 às 12:00 horas) variaram de 28,1 e 32,4°C e 70,5 e 80,2%, à tarde (12:00 às 17:00 horas), a temperatura e a umidade relativa do ar, variaram de 32,6 e 35,8°C e 57,8 e 63,5%, respectivamente, dentro do cabril. No sol, na mesma sequência 31,8 e 36,6°C e 69,7 e 79,2% pela manhã e 36,7 e 39,3°C e 55,2 e 60,2%, à tarde. A média da temperatura e umidade relativa do ar registrada durante as horas do teste de Amakiri e Funcho, pela manhã (9:00 horas) dentro do cabril foi de 29,5°C e 75,5%, respectivamente. Já no período da tarde (15:00 horas), no sol, a temperatura e a umidade relativa do ar, foi de 38,5°C e 58,8%.

As médias da temperatura retal (TR1) às 9:00 e às 15:00 horas (TR2) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho, são apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21. Médias e erro padrão da temperatura retal (TR) e o teste de coeficiente de tolerância ao calor de Amakiri e Funcho.

| Tipos raciais | TR1 | TR2 | CTC |
|-------------------------------------|----------------|----------------|--------|
| | (9 horas) | (15horas) | |
| Saanen | 39,38 (0,03)Aa | 41,21 (0,06)Bd | 67,06a |
| Boer | 39,45 (0,03)Aa | 40,20 (0,05)Ba | 86,50d |
| ½ Boer + ½ Saanen | 39,38 (0,03)Aa | 40,44 (0,04)Bb | 80,92c |
| ¾ Saanen + ¼ Boer | 39,39 (0,03)Aa | 40,94 (0,05)Bc | 72,10b |
| ¼ Boer + ¼ Saanen + ½ Anglo-nubiano | 39,40 (0,03)Aa | 40,19 (0,04)Ba | 85,78d |

CTC = coeficiente de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos (manhã e tarde), onde à tarde a TR dos animais dos diferentes grupos genéticos foi mais elevada do que no período da manhã. Houve diferença ($P < 0,01$) entre os grupos raciais para TR2 e CTC, não sendo observada diferença estatística ($P > 0,05$) para TR1. Os cabritos da raça Saanen apresentaram a TR2 mais elevada ($P < 0,01$) em comparação aos cabritos da raça Boer e os *three cross* (½ Anglo-nubiano + ¼ Boer + ½ Saanen), sendo que os mestiços de 1ª geração (½ Saanen + ½ Boer) apresentaram a TR2 mais baixa ($P < 0,05$) do que os mestiços F2 (¾ Saanen + ¼ Boer).

Pela aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, verificou-se que as médias da TR às 15:00 horas dos caprinos da raça Saanen e os mestiços F2 (¾ Saanen + ¼ Boer) foram maiores do que os cabritos da raça Boer, o *three cross* (½ Anglo-nubiano + ¼ Boer + ½ Saanen) e os mestiços F1 (½ Boer + ½ Saanen), conforme consta na Tabela 21.

Os caprinos da raça Boer, os mestiços F1 (½ Boer + ½ Saanen) e o *three cross* (½ Anglo-nubiano + ¼ Boer + ½ Saanen) apresentaram a média do coeficiente de tolerância ao calor de Amakiri e Funcho superior aos Saanen puros e os mestiços de “alta cruz” (¾ Saanen + ¼ Boer). E que as médias observadas na TR1 às 9:00 horas foram mais baixas do que as registradas na TR2 às 15:00 horas, para todos os grupos genéticos, conforme a Tabela 21.

A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu, e do tronco africano, mediante a esse teste de adaptabilidade, evidencia que existem diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais. E à medida que aumentou o percentual de genes europeus (Saanen) diminuiu a tolerância ao calor, ao contrário conforme aumentou a percentagens de genes das raças tropicais (africanas) aumentou a tolerância ao calor, pelo CTC de Amakiri e Funcho.

4 CONCLUSÃO

Nas condições do Município do Rio de Janeiro, os animais podem sofrer situações críticas para o seu desenvolvimento. A incidência da radiação solar indireta e principalmente a direta, tanto pela manhã como no período da tarde, afetaram menos os caprinos da raça Boer do que os da raça Saanen, que se revelaram no presente estudo mais sensíveis ao estresse térmico.

As diferenças entre as médias da TR e FR nas raças, tanto na parte da manhã como à tarde, evidenciam que existem diferenças genéticas nas reações fisiológicas dos caprinos, durante a época quente e chuvosa, nos trópicos.

Na implantação de um criatório na região da Baixada Fluminense, do Estado do Rio de Janeiro, deve se levar em consideração a raça e a sua resposta às condições ambientais.

Torna-se desnecessário o uso de cobertura total nas instalações para abrigar caprinos leiteiros, já que quando parte do ambiente é coberto, os animais procuram sombras nas horas mais quentes do dia e assim evitam parte da carga de calor adicional proveniente da incidência direta da radiação solar.

Pela aplicação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho, o Saanen puro e os mestiços de “alta cruza”, com 75% de genes Saanen foram menos tolerantes às condições climáticas do Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, do Estado do Rio de Janeiro.

A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu, e do tronco africano, mediante a esse teste de adaptabilidade, evidencia que deve haver diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais. E à medida que aumenta o percentual de gene europeu (Saanen) diminui a tolerância ao calor, e, conforme aumenta a percentagem de genes das raças africanas aumenta a tolerância ao calor.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAKIRI, S. F., FUNCHO, O. N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Animal Production**, v.28, p.329-335, 1979.

ARRUDA, F de A. V.; PANT, K. P. Efeito de idade e cor da pelagem de caprinos sobre sua temperatura corporal no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.483-486, 1985a.

ARRUDA, F. de A. V.; PANT, K. P. Frequência respiratória em caprinos pretos e brancos de diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.11, p.1351-1354, nov., 1985b.

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1.,1990, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1990. p. 9-17.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998. Goiânia, GO. **Anais...**p.132-161.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO – FIDERJ. **Indicadores Climatológicos**. Rio de Janeiro, 2008. 65 p. il.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock**. Vol. II. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174., 1985.

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, n.2, p.544-549, 2006.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; RODRIGUES, V. C.; BORGES, R. J. de C. L.; ROSSI, C. S.; MOURA, A. M. A. de. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.28, n.2, p.82-88, abr./jun., 2006.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; FONSECA, C. E. M. da; PEDROSA, I. de A.; GUERSON, D. F.; PEREIRA, V. V.; MADEIRO, A. S. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.64, n.4, p.275-285, out/dez, 2007.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; MELLO, M. R. B. de; LOPES, P. R. B.; SCHERER, P. O.; FERREIRA, M. C. M. Reações fisiológicas de caprinos das raças

Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; PASSOS, N. P.; PATRÍCIO, P. M. P.; SOUZA, D. C. de; COSTA, E. C. X. da; YOGUI, E. K.; FONSECA, M. V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.34, n.1, p.35-46, jan./mar., 2012.

OLIVEIRA, A. L. de. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007, 96p. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado. 96p. 2007.

PIRES, M. de F. A.; NOVAES, L. P.; CAMPOS, A. T. de; ALVIM, M. J.; MOSTARD, L. E. Ambiência em pastagens. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3, 2002, Lavras, MG. Núcleo de Estudo em Forragicultura (NEFOR), **Anais...** p.31-75, 2002.

QUADROS, D. G. de. **Raças caprinas para produção de carne**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Produção Animal (NEPPA), Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Comunicado Técnico. 6p. 2012.

RIBEIRO, S. D. de A. **Criação de Caprinos**. Ed. São Paulo, Nobel. 318p. il., 1998.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, F. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, 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, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SILVA, G. de A.; SOUZA, B. B. de; ALFARO, C. E. P.; SILVA, E. M. N. da; AZEVEDO, S. A.; AZEVEDO NETO, J.; SILVA, R. M. N. da. 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, 2006.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p. 2000.

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**, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

CAPÍTULO IV

TOLERÂNCIA AO CALOR EM CAPRINOS CRIADOS EM REGIÃO TROPICAL QUENTE E ÚMIDA

RESUMO

Foram utilizados 48 caprinos, 12 de cada raça (Anglo-nubiana, Boer, Saanen, Parda Alpina), todos machos castrados, na faixa etária de um ano de idade. Os animais foram submetidos ao teste de tolerância ao calor de Dowling, de Rauschenbach e Yerokhin, Rhoad, Benezra, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior. Os resultados do teste de Dowling mostraram que o caprino Anglo-nubiano e Boer recuperaram a temperatura retal (TR) inicial após 45 minutos de repouso à sombra. O Saanen e o Pardo Alpino não recuperaram a TR inicial mesmo após 60 minutos de repouso à sombra. Pela aplicação da fórmula de Ittner e Kelly, verificou-se que o caprino Anglo-nubiano e o Boer exibiram o índice de termorregulação mais alto (98,56 e 98,54%) e os caprinos Pardo Alpino e Saanen os mais baixos, com os índices de 77,71 e 76,71%, respectivamente. Pela aplicação do índice de tolerância ao calor de Rauschenbach e Yerokhin, observou-se a mesma tendência: o Anglo-nubiano e o Boer obtiveram ITC de 82,84 e 83,44, o Pardo Alpino e Saanen, 72,04 e 71,84, respectivamente. Na aplicação dos testes de Rhoad, Benezra, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior, os caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer obtiveram o ITC de 84,52 e 84,70; 2,87 e 2,86; 87,22 e 87,04; e 9,47 e 9,45 e os caprinos Pardo Alpino e Saanen, 78,22 e 77,68; 3,38 e 3,40; 74,98 e 75,52; e 8,86 e 8,84, respectivamente. Pela aplicação dos referidos métodos de estimativa de tolerância ao calor, caprinos Anglo-nubiano e Boer (tronco africano) revelaram-se mais tolerantes ao calor do que o Pardo Alpino e Saanen (tronco europeu).

Palavras-chave: Adaptação, Bioclimatologia, estresse térmico, índices, parâmetros fisiológicos

ABSTRACT

HEAT TOLERANCE IN GOATS RAISED IN HOT AND WET TROPICAL REGION

There were used 48 goats, twelve of each breed (Anglo-nubian, Boer, Saanen and Alpine), all castrated males with one year old. The goats were subjected to Dowling's, Rauschenbach & Yerokhin's, Rhoad's, Benzra's, Amakiri & Funcho's and Baccari Junior's heat tolerance test. Results from the Dowling's test showed that Anglo-nubian and Boer goats recovered the initial rectal temperature (RT), prior to exercise, after 45 minutes rest in the shade. The Saanen and Alpine goats did not recover the initial rectal temperature even after 60 minutes rest in the shade. According to Ittner & Kelly's formula it was observed that Anglo-nubian and Boer goats showed the highest termorregulation rate (98.56 and 98.54%, respectively) and the Saanen and Alpine goats the lowest with 77.71 and 76.71%, respectively. According to Rauschenbach & Yerokhin's heat tolerance rate (HTR), the some tendency were notice, the Anglo-nubian and Boer goats obtain 82.84 and 83.44 by HTR, respectively, and the Saanen and Alpine goats 72.04 and 71.84, respectively. This tendency was also observed with others tests. By the application of Rhoad's, Benzra's, Amakiri & Funcho's and Baccari Junior's test, the Anglo-nubian and Boer goats obtained the HTR of 84.52 and 84.70, 2.87 and 2.86, 87.22 and 87.04, 9.47 and 9.45 and the Saanen and Alpine, 78.22 and 77.68, 3.38 and 3.40, 74.98 and 75.52 and 8.86 and 8.84, respectively. By the application of the HTR, the Anglo-nubian and Boer goats (african origen) showed more tolerance to heat than the Saanen and Alpine goats (european origen).

Key words: Adaptation, bioclimatology, heat tolerance, indexes, physiologic parameters

1 INTRODUÇÃO

A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo estresse calórico e há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite a estas expressar o máximo da sua capacidade produtiva. É necessário conhecer a capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma racional, sem prejudicar o bem-estar dos animais.

McDowell (1989), Baccari Júnior (1990) e Silva (2000) entre outros, desde que foram reconhecidas as diferenças entre os animais quanto à sua capacidade de enfrentar as variações climáticas, têm sido feitas tentativas para estabelecer critérios de seleção dos animais mais aptos para ambientes específicos, além de classificar os diversos tipos de ambientes sob o ponto de vista do conforto desses animais.

A capacidade de se adaptar pode ser avaliada pela habilidade do animal se ajustar ou acomodar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos. Animais adaptados caracterizam-se por manutenção ou mínima perda no desempenho produtivo (ganho de peso, produção de leite) durante a exposição ao estresse, alta eficiência reprodutiva, alta resistência a doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade (McDOWELL, 1989; BACCARI JÚNIOR, 1990).

Segundo Baccari Júnior (1990) há uma preocupação com: 1) identificação de raças ou estirpes que demonstram modificação mínima no equilíbrio térmico do organismo quando sob estresse e 2) identificação de atributos fisiológicos e anatômicos associados com a promoção da perda de calor. Há uma correlação positiva entre as modificações mínimas no equilíbrio térmico e o rendimento em climas quentes.

Normalmente é muito difícil estimar um valor quantitativo que represente a tolerância ao calor (ARRUDA e PANT, 1984; SILVA, 2000; MEDEIROS et al., 2002).

Segundo Faria (1979), em qualquer processo de determinação do coeficiente de tolerância ao calor, deve-se mencionar os valores de frequência respiratória e temperatura corporal.

Arruda et al. (1984) citam que uma menor elevação da temperatura retal é considerada como índice de melhor adaptabilidade.

Segundo Arruda e Pant (1984) a temperatura corporal em si é uma boa medida, pois mostra alguma tendência definida e parecem ser o melhor índice para medir a adaptabilidade ao calor de caprinos e ovinos, no Nordeste do Brasil.

Segundo Baccari Júnior (1990) na avaliação da adaptabilidade, a medida mais comumente utilizada é a temperatura corporal e mais especificamente sua estabilidade (termoestabilidade). Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor.

Segundo Villares (1990) o animal tolerante ao calor tem que ter habilidade para manter a temperatura corpórea sob temperatura ambiente elevada, apresentando ainda normais os processos fisiológicos e produtivos.

A temperatura retal e frequência respiratória são os dois parâmetros fisiológicos mais utilizados como medida de conforto animal e ótimas referências para estimar a tolerância e adaptação dos animais ao calor (MEDEIROS et al., 2002; MARTINS JÚNIOR et al., 2007; ROCHA et al., 2009; SILVA et al., 2010).

A frequência cardíaca também pode ser utilizada como critério de tolerância e adaptação dos animais a um determinado ambiente térmico (MARTINS JÚNIOR et al., 2007; SOUZA, et al. 2008; ROCHA et al., 2009).

Quando o animal é submetido a condições ambientais estressantes suas variáveis fisiológicas são alteradas, desencadeando redução em seu crescimento e na resistência a

doenças (DE LA SOTA et al., 1996). Dessa forma, torna-se fundamental a avaliação dos grupos genéticos mais tolerantes ao calor, antes de serem utilizados em programas de cruzamento (SILVA et al., 2006).

Com base nessas informações, o presente trabalho teve como objetivo estudar a habilidade de tolerância ao calor entre raças caprinas do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina) e do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer), através dos testes de Rhoad ou de Ibéria (1944), Benezra (1954), Dowling (1956), Rauschenbach e Yerokhin (1975), Amakiri e Funcho (1979) e Baccari Júnior et al. (1986).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo referem-se a um criatório de caprinos localizado em uma propriedade agrícola do Município do Itaguaí, Região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. O estudo teve o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RJ), do Programa de Gerenciamento de Cabras Leiteiras (GEROCABRA) do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal (DRAA) do Instituto de Zootecnia, UFRRJ e da associação dos produtores rurais do Município de Itaguaí.

O Município de Itaguaí está localizado na região Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, região Sudoeste do Estado do Rio de Janeiro (43°41' de longitude Oeste e 22°46' de Latitude Sul). De acordo com a classificação de climática de Köppen, o clima do Município pode ser caracterizado como tropical chuvoso com inverno seco, tipo climático Aw. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C e a precipitação média anual situa-se entre 1.000 e 1.500 mm (FIDERJ, 2008).

O estudo foi realizado durante o período do verão (26/12/2010 a 28/02/2011), representando a estação quente e chuvosa do Estado do Rio de Janeiro.

Foram utilizadas 48 caprinos machos, descornados e castrados com a idade em torno de 12 meses destinados ao abate, sendo 12 de cada raça: Anglo-nubiana (AN), Boer (BO), Saanen (SA) e Parda Alpina (PA).

Houve um período pré-experimental de 15 dias, entre 6 e 21 de dezembro de 2010, para que os animais pudessem se adaptar ao manejo, com relação às avaliações das medidas fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca), assim obtendo melhor interação com o homem.

A alimentação foi à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach, cv. Napier), capim-colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*, (Ness) Stapf), “capim” humídico/quicuí da amazônia (*Brachiaria humidicola*) além de feno de gramínea coast-cross (*Cynodon dactylon*, (L) Pearson), com suplementação de concentrado comercial (18% de PB e 2600 Kcal) e mistura de um complexo mineral comercial com sal comum nas proporções recomendadas pelo fabricante, e água “ad libitum”. O sistema de criação era o semi-intensivo. Os animais tinham acesso ao pasto pela manhã e/ou à tarde, dependendo basicamente das condições climáticas.

Para aferição da temperatura retal (TR) foram utilizados termômetros clínicos digitais, Modelo GT3020 flexível com escala de 32 a 44°C, mantido no reto dos animais, até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura, e o resultado da leitura expresso em graus centígrados.

A obtenção da frequência respiratória (FR) foi realizada por meio da auscultação indireta (auscultação mediata) das bulbas, com um auxílio de um estetoscópio flexível, ao nível da região laringo-traqueal, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência respiratória em movimentos por minuto (mov./min.). A frequência cardíaca (FC) foi aferida também 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, e o valor obtido foi multiplicado por quatro para determinação da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bat./min.).

Sendo a temperatura ambiente nessa região uma das mais elevadas do Estado, foram utilizados como indicadores de conforto animal, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), segundo a equação abaixo:

$ITU = Tbs + 0,36 Tpo + 41,5$, em que:

Tbs = temperatura do bulbo seco, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus Celsius.

Assim como, o Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), segundo a equação abaixo:

$ITGU = Tgn + 0,36 Tpo + 41,5$, em que:

Tgn = temperatura do globo negro de Vernon, em graus Celsius;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, em graus Celsius.

Os valores do ITU e ITGU sendo inferior ou igual a 70 mostram uma condição normal, um valor de 71 a 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 existe um perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente (HAHN 1985; BARBOSA e SILVA, 1995).

Para calcular a temperatura do ar (máxima, mínima e média) e a umidade relativa do ar foi utilizado um termohigrômetro digital Icel Manaus Modelo HT-208.

O ITU foi usado para medir o conforto térmico dos animais dentro do cabril, pela manhã e à tarde. Para calcular o ITU foi utilizado um equipamento portátil (psicrômetro não ventilado) afixado dentro da instalação, protegido da radiação e do vento. Para calcular o ITGU, além do psicrômetro não ventilado foi utilizado um globo negro de Vermon, uma esfera de 15cm de diâmetro colocado a uma altura média do flanco do cabrito, dentro do cabril e em campo aberto, no sol, para medir a temperatura do globo negro (Tgn). Todas as leituras ocorreram em intervalos de 60 minutos, no período das 7 às 17 horas, durante o tempo de estudo. Nos dias da aplicação dos testes de tolerância ao calor, as leituras dos instrumentos utilizados para determinar o ITU e o ITGU eram realizadas a cada 30 minutos.

Foram realizadas seis diferentes provas de tolerância ao calor, a seguir: testes de Rhoad ou de Ibéria (1944), Benezra (1954), Dowling ou Rainsby (1956), Rauschenbach e Yerokhin (1975), Amakiri e Funcho (1979) e Baccari Júnior et al. (1986). Na aplicação de todas as provas de tolerância ao calor, foram utilizados os mesmos 48 animais, sendo 12 de cada raça.

Na aplicação do teste de Rhoad, para determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), utilizou 12 animais de cada grupo racial, que ficaram expostos ao sol durante 60 minutos, em dois horários distintos, das 9 às 10 e das 14 às 15 horas, em dias ensolarados, sem nebulosidade, com baixa velocidade do vento. A TR foi registrada às 10 e às 15 horas repetindo-se o procedimento por cinco dias consecutivos. Obtendo-se uma TR média final de cada animal, a qual foi utilizada na seguinte fórmula:

$CTC = 100 - [18 (TR - 39)]$, em que: CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 39°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média final; 39°C = TR considerada normal para caprinos.

O resultado foi expresso como uma porcentagem da eficiência em manter a TR em 39,0°C. Quanto mais elevado o coeficiente, maior o grau de tolerância. A FR foi registrada nas mesmas horas da TR. A FR foi utilizada como critério adicional para se estabelecer diferença entre dois animais que mostram o mesmo aumento na TR. O animal com o menor aumento na TR e FR foi considerado mais tolerante ao calor. O teste foi realizado entre os dias 26 e 30/12 de 2010.

Na aplicação do teste de Benezra, para determinação do coeficiente de adaptabilidade (CA), não se levou em conta apenas a TR, associou-se a FR como outro parâmetro a ser considerado na medida de adaptabilidade através da fórmula:

$CA1 = TR / 39 + FR / 20$, em que: CA = coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra; TR = temperatura retal, em graus Celsius; FR = frequência respiratória, em movimentos por minuto; 39 = temperatura retal considerada normal para caprinos; 20 = frequência respiratória considerada normal para caprinos.

CA de Benezra foi realizado também em cinco dias (4 a 8/01/20011) consecutivos com o mesmo procedimento do teste de Rhoad.

O resultado obtido é comparado a 2, valor em que os parâmetros fisiológicos utilizados na fórmula não se alteram em relação ao normal.

Com objetivo de conferir maior abrangência ao teste, acrescentou-se a fórmula anterior a FC e obteve-se o coeficiente de adaptabilidade 2 ($CA2 = TR/39 + FR/20 + FC/75$). Para caprinos, considerou-se normal a FC de 75 batimentos/minuto, utilizada na nova fórmula. O novo coeficiente foi então comparado ao valor 3.

Para o teste de Dowling foram utilizados seis caprinos de cada uma das raças avaliadas, com a seguinte metodologia: após tomada a TR dos animais à sombra, eles foram submetidos a um exercício intenso (corrida) ao sol durante 15 minutos, tempo suficiente para que entrassem em hipertermia. A seguir, foram novamente conduzidos para a sombra, onde, após nova tomada da TR, permaneceram em repouso, repetindo-se as mensurações da TR de 15 em 15 minutos, até 90 minutos. Este procedimento foi realizado pela manhã às 10 e a tarde às 14 horas, em seis dias não consecutivos (12 a 23/01). Obtendo-se uma temperatura média final da TR de cada animal. Também foi incluída na avaliação, na mesma sequência, a FR e a FC, para se ter uma ideia do mecanismo fisiológico que os animais utilizaram para poderem dissipar o calor corporal.

O objetivo na aplicação desse teste é verificar em que momento a TR se tornou estatisticamente igual àquela anterior ao exercício, para cada raça. Aquele que recuperasse a TR inicial em menor tempo seria o mais tolerante ao calor.

O teste de Dowling se baseia na capacidade de o animal dissipar o calor corporal excedente (“eficiência de resfriamento”). Os animais são exercitados num dia quente por 15, 20 ou 30 minutos até a temperatura retal alcançar cerca de 40°C. A seguir, são levados para a sombra, onde se procedem às tomadas da temperatura retal em intervalos regulares (15, 20 ou 30 minutos) para se verificar a habilidade de cada animal na recuperação da temperatura retal inicial. Seria o tempo necessário para o retorno à temperatura inicial representando a capacidade de os animais dissiparem o calor produzido durante o exercício físico.

Para se obter uma medida quantitativa da tolerância ao calor, pelo teste de Dowling, aplicou-se também o índice de termorregulação de Ittner e Kelly (1951), expresso por: $I = d / e * 100$, em que: I = índice de termorregulação de Ittner e Kelly; d = representa o decréscimo médio da temperatura retal, à sombra, após uma hora decorrido o exercício ao sol; e = elevação média da temperatura retal logo após o exercício em relação à temperatura retal inicial anterior ao exercício, à sombra.

Utilizou-se, também, o índice de tolerância ao calor (ITC) proposto por Rauschenbach e Yerokhin (1975) para a determinação do índice de tolerância ao calor para pequenos ruminantes (caprinos e ovinos) através da fórmula: $ITC = 2 (0,5 t_2 - 10 dt + 30)$, em que: ITC = índice de tolerância ao calor; t_2 = temperatura do ar à tarde; dt = diferença entre a temperatura corporal à tarde e a temperatura corporal pela manhã (zona de termoneutralidade).

O ITC de Rauschenbach e Yerokhin foi utilizado com a seguinte metodologia, a seguir: a temperatura retal (TR1) dos animais foi tomada às 8 horas da manhã dentro do cabril, às 14 horas foram conduzidos ao sol (solário cimentado anexo ao cabril), permanecendo por uma hora, às 15 horas foi tomada a segunda temperatura retal (TR2), no próprio solário em um tronco de contenção, por um período de 30 minutos, após os animais eram recolhidos ao cabril. Esta metodologia foi realizada por cinco dias não consecutivos (27/01 a 4/02), em dias ensolarados, sem nebulosidade e pouca velocidade do vento. O ITC foi modificado, visto que no original, os animais ficariam o dia todo (manhã e tarde) no sol, o que levaria os animais a um estresse térmico desnecessário.

Foi verificada a capacidade de tolerância ao calor (CTC) através do teste de Amakiri e Funcho (1979) que se baseia no teste de Rhoad. Esses autores descartaram o valor da temperatura retal dita normal do teste de Rhoad. Neste caso a fórmula a ser aplicada ficou:

$CTC = 100 - [18 (T_{15} - T_9)]$, em que: CTC = coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal constante; 18 = constante; T_{15} = temperatura retal tomada às 15 horas; T_9 = temperatura retal tomada às 9 horas.

Os animais ficaram expostos ao sol durante 60 minutos, das 8 às 9 e das 14 às 15 horas, em dias ensolarados, sem nebulosidade, com baixa velocidade do vento. A TR1 foi registrada às 10 e TR2 às 15 horas repetindo-se o procedimento por cinco dias consecutivos (9 a 13/02).

Para o Índice de Tolerância ao Calor (ITC) proposto por Baccari Júnior et. al. (1986), os animais foram trazidos dos pastos às 11 horas, e ficaram duas horas à sombra (cabril), às 13 horas foi realizada a primeira tomada da temperatura retal (TR1), dentro do tronco de contenção. Em seguida os animais foram soltos em um pátio cimentado, sem sombra, expostos à radiação solar direta, durante uma hora (13 às 14 horas), no horário de máxima incidência dos raios solares. Após esse período ao sol, os caprinos foram submetidos à sombra por mais uma hora. Às 15 horas, foi realizada a segunda medida da temperatura retal (TR2).

Esse procedimento foi realizado em cinco dias consecutivos de calor, sem nebulosidade e com baixa velocidade vento. O teste foi realizado entre os dias 22 e 26/02.

O índice foi calculado segundo a fórmula: $ITC = 10 - (TR2 - TR1)$, que indica a capacidade do animal perder calor e voltar à temperatura normal após o fim da exposição à radiação solar estressante.

O manejo alimentar foi o mesmo durante execução dos testes, os animais permaneciam o restante do período diurno no pasto e/ou no cabril onde recebiam alimentação de rotina.

O delineamento utilizado nos seis testes foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial de 4 x 2, quatro raças (Anglo-nubiana, Boer, Parda Alpina e Saanen) e dois períodos (manhã e tarde), com seis repetições para o teste de Dowling e cinco para os demais (Rhoad, Benezra, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior).

Em suma, para as análises estatísticas de todos os testes de tolerância ao calor, foi utilizado um modelo matemático que incluiu os efeitos de raça e hora da aferição (coleta) da TR, além dos efeitos aleatórios de animal e dias de coletas, utilizando o procedimento General Linear Model (GLM) do modelo estatístico System Analysis Statistical (SAS, 1996). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações obtidas das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico e ambiência durante o período experimental encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22. Média da temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) e dos índices de conforto térmico e ambiência, temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU), no período em que os animais foram submetidos aos testes de tolerância ao calor (Teste de Rhoad, Benezra, Dowling, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior) no turno da manhã (07 às 12) e à tarde (12 às 17 horas).

| Variáveis ambientais | Turnos | | | |
|--|--------|------|--------|-------|
| | Manhã | | Tarde | |
| | Sombra | Sol | Sombra | Sol |
| Temperatura máxima, Tmax (°C) | 32,8 | 37,3 | 36,9 | 42,6 |
| Temperatura mínima, Tmin (°C) | 27,3 | 29,8 | 32,5 | 37,0 |
| Temperatura média, Tmed (°C) | 30,5 | 33,5 | 34,4 | 39,0 |
| Temperatura do bulbo seco, Tbs (°C) | 29,7 | - | 34,3 | - |
| Temperatura do bulbo úmido, Tbu (°C) | 25,0 | - | 26,2 | - |
| Umidade relativa, UR (%) | 75,3 | 73,1 | 68,8 | 63,8 |
| Temperatura do globo negro, Tgn (°C) | 33,3 | 41,8 | 37,1 | 50,8 |
| Índice de temperatura do globo negro e umidade, ITGU | 80,5 | 88,7 | 85,8 | 100,3 |
| Índice de temperatura e umidade, ITU | 76,7 | - | 83,5 | - |

Os dados climáticos e os valores obtidos pelos índices de conforto térmico durante o período do experimento foi o esperado para essa região no período do verão, caracterizado como uma estação quente e chuvosa. Observou-se que as temperaturas do turno da tarde foram sempre mais elevadas do que as do turno da manhã, tanto para os animais à sombra como ao sol. Os valores observados para os índices de conforto térmico e ambiência foram elevados independentes do período (manhã e tarde) à sombra ou no sol, bem acima das condições ditas como normais (HAHN, 1985; BARBOSA e SILVA, 1995), conforme a Tabela 22. Isso estaria indicando uma situação de perigo e de emergência para os animais, baseando-se no ITGU. Para o ITU a situação pela manhã foi crítica, e a tarde, uma condição de emergência estava presente, na sombra, conforme a Tabela 22.

De acordo com a Tabela 22, a temperatura ambiente (manhã e tarde) estava bastante elevada, notadamente no período da tarde influenciou diretamente não só os índices de conforto térmico (ITGU e ITU) como nos valores observados nos testes de adaptabilidade.

As médias das temperaturas retais (TR1) e (TR2) e o coeficiente de tolerância ao calor de Rhoad (CTC), são apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23. Médias e erro-padrão das temperaturas retais (TR1 e TR2) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Rhoad em caprinos.

| Raça | TR1 (10 horas) | TR2 (15 horas) | TR Média | CTC |
|---------------|-------------------|-------------------|---------------|--------|
| Anglo-nubiana | 39,53 (0,05)Aa | 40,19 (0,05)Ba | 39,86 (0,04)a | 84,52a |
| Boer | 39,50 (0,05)Aa | 40,21 (0,05)Ba | 39,85 (0,04)a | 84,70a |
| Parda Alpina | 39,54 (0,04)Aa | 40,88 (0,06)Bb | 40,21 (0,05)b | 78,22b |
| Saanen | 39,56 (0,04)Aa | 40,92 (0,06)Bb | 40,24 (0,05)b | 77,68b |
| Média | 39,53 (0,04)A | 40,55 (0,06)B | - | - |

CTC = coeficiente de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi verificada diferença ($P < 0,01$) entre as médias da TR1 e TR2 (Tabela 23). A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos da manhã e da tarde, onde a TR dos animais das quatro raças foi mais elevada no período da tarde. Houve diferença ($P < 0,01$) entre raças para a TR2, não sendo observada diferença estatística ($P > 0,05$) para a TR1. Os caprinos das raças do tronco europeu (Parda Alpina e Saanen) apresentaram a TR2 mais elevada à tarde ($P < 0,01$) em comparação aos caprinos das raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer). Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) quanto à tolerância ao calor entre caprinos das raças do tronco europeu e do africano (Tabela 23).

A menor variação entre a TR1 e a TR2 nas raças Anglo-nubiana e Boer se traduziu em melhor coeficiente de tolerância ao calor (CTC), conforme a Tabela 23.

Utilizando o teste de Rhoad, Martins Júnior et al. (2007) avaliaram a tolerância ao calor de caprinos das raças Boer e Anglo-nubiana nas condições climáticas da região Meio-Norte do País. Os caprinos da raça Boer apresentaram maior tolerância ao calor nas condições de Meio-Norte, nos dois períodos estudados (estação chuvosa e seca). As médias do CTC de Rhoad observadas por esses autores 89,0 e 85,8 para Boer e Anglo-nubiana, respectivamente, foram ligeiramente maiores em comparação às médias registradas no referido estudo, para essas mesmas raças, conforme consta na Tabela 23.

As médias dos parâmetros fisiológicos e o CA de Benezra dos caprinos são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Médias e erro-padrão da temperatura retal, TR1 (10 horas) e TR2 (15 horas), frequência respiratória, FR1 (10 horas) e FR2 (15 horas) de caprinos e o coeficiente de adaptabilidade (CA) pelo teste de Benezra.

| Variáveis fisiológicas | Raça | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| TR 1 | 39,43 (0,04)Aa | 39,41 (0,04)Aa | 39,46 (0,04)Aa | 39,48 (0,04)Aa |
| TR 2 | 40,02 (0,04)Ab | 40,00 (0,04)Ab | 40,79 (0,05)Bb | 40,81 (0,05)Bb |
| Média | 39,72 (0,04) | 39,70 (0,05) | 40,12 (0,05) | 40,14 (0,05) |
| FR 1 | 27,07 (0,35)Ab | 26,95 (0,36)Aa | 30,33 (0,37)Ba | 30,83 (0,39)Ba |
| FR 2 | 47,07 (0,52)Ab | 46,82 (0,53)Ab | 63,73 (0,62)Bb | 64,23 (0,61)Bb |
| Média | 37,07 (0,44) | 36,88 (0,45) | 47,03 (0,49) | 47,53 (0,51) |
| CA1 | 2,87A | 2,86A | 3,38B | 3,40B |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença ($P<0,01$) entre as médias da TR1 e TR2 e FR1 e FR2 (Tabela 24). A análise de variância revelou diferença da TR ($P<0,01$) entre os períodos (manhã e tarde). No período da tarde a TR dos animais foi mais elevada do que no período da manhã. Houve diferença ($P<0,01$) entre raças para TR2. Os caprinos da raça Saanen e Parda Alpina apresentaram a TR2 mais elevada ($P<0,01$) à tarde em comparação aos caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer.

A análise de variância revelou diferença da FR ($P<0,01$) entre os períodos (manhã e tarde) onde a FR dos animais foi mais elevada à tarde. Houve diferença na FR ($P<0,01$) entre raças. Os caprinos das raças Saanen e Parda Alpina apresentaram a FR2 mais elevada ($P<0,01$) à tarde e ($P<0,05$) em comparação aos caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer. A análise de variância revelou diferença ($P<0,05$) para o ITC. As raças Anglo-nubiana e Boer apresentaram um CA mais próxima a 2, valor em que os parâmetros fisiológicos utilizados na fórmula não se alteram em relação ao normal, em comparação ao animais das raças Saanen e Parda Alpina.

A menor variação entre a TR1 e a TR2 e FR1 e a FR2 nas raças Anglo-nubiana e Boer se transcreveu em melhor índice de tolerância ao calor (CTC), conforme a Tabela 24.

Aplicando o teste de Benezra com o $CA = (TR/39,5) + (FR/25) = 2$, Pereira et al. (2011) estudaram o desempenho adaptativo das raças Saanen (tronco europeu) na região do Semi-árido do Nordeste do Brasil, Estado da Paraíba. Os animais conseguiram manter a homeotermia a custo da elevação expressiva da frequência respiratória. A média da TR1 foi 38,39 *versus* 39,49°C na TR2, a FR1 foi 77,62 *versus* 111,30 mov./min. na FR2 e o CA de Benezra, das cabras antes e depois do estresse, 4,09 e 5,12, respectivamente. Esses autores salientam que a fórmula foi modificada considerando as características fisiológicas $TR = 39,5^{\circ}C$ e a FR (mov./min) = 25 para essa espécie. Neste estudo, foi considerado a $TR = 39,0^{\circ}C$ e FR de 20 mov./min. Martins Júnior et al. (2007), trabalhando com caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer obtiveram, no período chuvoso e seco, respectivamente, uma CA de 2,67 e 3,04 para os caprinos da raça Anglo-nubiana e 2,68 e 2,49 para os da raça Boer, nas condições climáticas do meio-Norte do País. Esses autores salientam que a raça Anglo-nubiana foi mais sensível ao estresse pelo calor no período da seca e Boer no período da chuva. Rocha et al. (2009) nessa mesma região do País, trabalhando com caprinos das raças Saanen e a Nativa (Azul) observaram para a raça europeia um CA de 5,13 e 5,86 *versus* 3,26 e 2,87, para a cabra Nativa Azul, nos períodos da chuva e da seca, respectivamente.

Os valores observados no CA de Benezra no estudo foram relativamente próximos dos valores citados por Martins Junior et. (2007), para as raças Anglo-nubiana e Boer. Mesmo sendo elevado o CA dos caprinos da raça Saanen, foi mais baixo, mais próximo do valor 2, em comparação aos valores observados no CA por Rocha et al. (2009) e Pereira et al. (2011). Uma explicação para a diferença pode ser devido à metodologia utilizada por esses autores ou da região onde foram realizados os estudos.

As médias dos parâmetros fisiológicos e o CA de Benezra modificado com a introdução da característica fisiológica (frequência respiratória) dos caprinos são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Médias e erro-padrão da temperatura retal, TR1 (10 horas) e TR2 (15 horas), frequência respiratória, FR1 (10 horas) e FR2 (15 horas) e frequência cardíaca, FC1 (10 horas) e FC2 (15 horas) em caprinos e o índice de tolerância ao calor pelo teste de Benezra modificado (novo coeficiente comparado ao valor 3).

| Variáveis fisiológicas | Raça | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| TR 1 | 39,43 (0,04)Aa | 39,41 (0,04)Aa | 39,46 (0,04)Aa | 39,48 (0,04)Aa |
| TR 2 | 40,02 (0,04)Ab | 40,00 (0,04)Ab | 40,79 (0,05)Bb | 40,81 (0,05)Bb |
| Média | 39,72 (0,04) | 39,70 (0,05) | 40,12 (0,05) | 40,14 (0,05) |
| FR 1 | 27,07 (0,35)Aa | 26,95 (0,36)Aa | 30,33 (0,37)Ba | 30,83 (0,39)Ba |
| FR 2 | 47,07 (0,52)Ab | 46,82 (0,53)Ab | 63,73 (0,62)Bb | 64,23 (0,61)Bb |
| Média | 37,07 (0,44) | 36,88 (0,45) | 47,03 (0,49) | 47,53 (0,51) |
| FC 1 | 83,16 (0,76)Aa | 82,84 (0,74)Aa | 90,82 (0,81)Ba | 91,32 (0,83)Ba |
| FC 2 | 113,38 (0,96)Ab | 111,94 (0,94)Ab | 129,97 (1,13)Bb | 131,57 (1,15)Bb |
| Média | 98,27 (0,86) | 97,39 (0,84) | 110,39 (0,97) | 111,44 (0,99) |
| CA2 | 4,17A | 4,15A | 4,85B | 4,88B |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos valores encontrados para o CA modificado (incluindo a FC), conforme a Tabela 25, não se verificou alteração do resultado final (TR/39 + FR/20 + FC/75= 3 *versus* TR/39 +FR/20 = 2), confirmando a maior adaptabilidade das raças Anglo-nubiana e Boer (tronco africano) em comparação as raças européias (Saanen e Parda Alpina) às condições em que o teste foi realizado. Essa mesma inclinação também foi observado por Martins Júnior et al. (2007) e Rocha et al. (2009) com caprinos exóticos e Nativos na região do meio-norte (Piauí e Maranhão) do País, quando incluíram a FC na fórmula convencional do CA de Benezra, não encontrando alteração nos resultados. Esses autores salientam que a fórmula foi modificada considerando as características fisiológicas TR = 39,1°C, FR (mov./min) = 19 e a FC = 75 (bat./min) para essa espécie.

No referido estudo com a inclusão da FC, foi verificado diferença (P<0,05) na FC1 e (P<0,01) na FC2 entre as raças. As raças do tronco europeu apresentaram a FC mais elevada. Essa tendência mostra que mesmo que de forma “modesta” a FC auxiliou no CA de Benezra modificado, visto que mesmo que não tenha alterado o resultado final distanciou um pouco mais o CA entre as raças europeias das africanas, que tiveram os resultados do teste mais próximo do valor preconizado pelo CA de Benezra (Tabelas 24 e 25).

As médias dos parâmetros fisiológicos (TR, FR e FC) entre o período da manhã e tarde em caprinos no momento do teste de Dowling são apresentadas na Tabela 26, 27 e 28.

Tabela 26. Médias e erro-padrão da temperatura retal (TR) em caprinos no momento do teste de Dowling.

| Temperatura retal (°C) | Raça | | | |
|--------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| Antes do exercício | 39,46 (0,03)Aa | 39,47 (0,03)Aa | 39,51 (0,03)Aa | 39,50 (0,03)Aa |
| Após o exercício | 40,85 (0,05)Ad | 40,84 (0,05)Ad | 41,04 (0,06)Bf | 41,05 (0,06)Bf |
| 15 min. após o exercício | 40,37 (0,04)Ac | 40,35 (0,04)Ac | 40,68 (0,05)Be | 40,55 (0,05)Be |
| 30 min. após o exercício | 39,79 (0,03)Ab | 39,77 (0,03)Ab | 40,38 (0,04)Bd | 40,34 (0,04)Bd |
| 45 min. após o exercício | 39,48 (0,03)Aa | 39,49 (0,03)Aa | 40,08 (0,04)Bc | 40,03 (0,04)Bc |
| 60 min. após o exercício | 39,45 (0,03)Aa | 39,46 (0,03)Aa | 39,76 (0,03)Bb | 39,74 (0,03)Bb |
| 75 min. após o exercício | 39,44a (0,03)Aa | 39,45 (0,03)Aa | 39,53 (0,03)Ba | 39,52 (0,03)Ba |
| 90 min. após o exercício | 39,42 (0,03)Aa | 39,43 (0,03)Aa | 39,50 (0,03)Ba | 39,51 (0,03)Ba |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças ($P > 0,05$) da TR inicial entre raças. Imediatamente após o exercício, observou-se um aumento significativo ($P < 0,01$) da TR dos animais. Uma análise sobre o valor deste aumento revelou diferença significativa ($P < 0,05$) entre as raças de origem africana e as de origem europeia. As raças europeias exibiram maior elevação da TR em comparação a africana. Os resultados do teste de Dowling mostraram que os caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer recuperaram a TR inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. Os caprinos das raças Saanen e Parda Alpina recuperaram a TR inicial após 75 minutos de repouso à sombra (Tabela 26 e Figura 5).

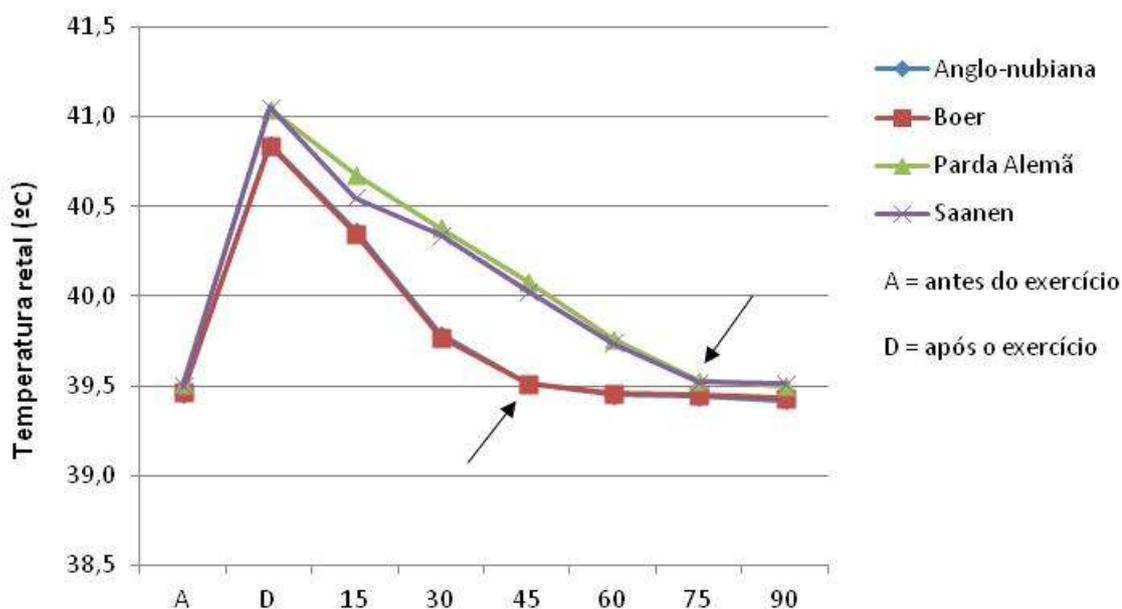


Figura 5. Variação da temperatura retal (TR) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alpina e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a TR tornou-se igual (NS) à TR inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva.

Estudos desenvolvidos por Arruda e Pant (1984) e Medeiros et al. (1989) utilizando o teste de Dowling, verificaram diferenças entre raças de caprinos e de ovinos. Arruda e Pant (1984) comentam que o caprino da raça Bhuj foi mais tolerante ao calor em comparação as raças caprinas (Canindé e Anglo-nubiana) e as de ovinos Deslanados de Morada Nova e Santa Inês. Medeiros et al. (1989) observaram que o caprino Bhuj recuperou a temperatura retal inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. Os ovinos da raça Morada Nova e Santa Inês recuperaram a temperatura retal inicial aos 60 e 75 minutos, respectivamente, enquanto que o ovino mestiço ($\frac{3}{4}$ Corriedale x $\frac{1}{4}$ Romney Marsh) não recuperou a temperatura retal inicial aos 75 minutos de repouso à sombra após o teste.

Utilizando o mesmo teste de Dowling, Medeiros et al. (2002) estudaram a tolerância ao calor em caprinos de diferentes raças. O caprino Anglo-nubiano recuperou a temperatura retal (TR) inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. O Saanen e o Pardo Alemão não recuperaram a TR inicial mesmo após 60 minutos de repouso à sombra.

Martins Júnior et al. (2007), utilizando a prova de Dowling, avaliaram a tolerância ao calor de caprinos das raças Boer e Anglo-nubiana, ambas do tronco africano nas condições climáticas da região Meio-Norte do País. Tanto os caprinos da raça Anglo-nubiana como o Boer não diferenciaram nas estações (chuvosa e quente). Os animais recuperaram a temperatura retal (TR) inicial (anterior ao exercício) após 60 minutos de repouso à sombra.

Tabela 27. Médias e erro-padrão da frequência respiratória (FR) em caprinos no momento do teste de Dowling.

| Frequência respiratória (movimentos/min.) | Raça | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| Antes do exercício | 40,18 (0,43)Aa | 40,12 (0,41)Aa | 48,63 (0,52)Ba | 50,15 (0,50)Ba |
| Após o exercício | 110,88 (1,25)Ad | 112,85 (1,27)Ad | 130,76 (1,65)Bg | 133,34 (1,67)Bg |
| 15 min. após o exercício | 80,55 (1,03)Ac | 81,05 (1,04)Ac | 105,16 (1,18)Bf | 103,64 (1,19)Bf |
| 30 min. após o exercício | 61,35 (0,75)Ab | 60,87 (0,76)Ab | 95,07 (1,11)Be | 94,49 (0,12)Be |
| 45 min. após o exercício | 42,13a (0,63)Aa | 41,66 (0,61)Aa | 83,74 (1,07)Bd | 85,37 (1,08)Bd |
| 60 min. após o exercício | 40,07 (0,40)Aa | 40,18 (0,41)Aa | 70,12 (0,85)Bc | 72,06 (0,88)Bc |
| 75 min. após o exercício | 39,02 (0,41)Aa | 39,5 (0,44)Aa | 59,68 (0,71)Bb | 60,77 (0,74)Bb |
| 90 min. após o exercício | 38,61 (0,33)Aa | 39,03 (0,34)Aa | 48,56 (0,67)Ba | 49,14 (0,68)Ba |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferenças ($P < 0,05$) da FR inicial entre raças. Foi verificada nas raças do tronco africano uma média da FR mais baixa em comparação as do tronco europeu antes do exercício (Tabela 27). Imediatamente após o exercício, observou-se um aumento significativo ($P < 0,01$) da FR dos animais. Uma análise sobre o valor deste aumento revelou diferença significativa ($P < 0,01$) entre as raças de origem africana e as de origem europeias. As raças Saanen e Parda Alpina exibiram maior elevação da FR em comparação a Anglo-nubiana e Boer. Os resultados do teste de Dowling mostraram que os caprinos das raças do tronco africano recuperaram a FR inicial (anterior ao exercício) após 45 minutos de repouso à sombra. Os caprinos das raças do tronco europeu recuperaram a FR inicial após 90 minutos de repouso à sombra (Tabela 27 e Figura 6).

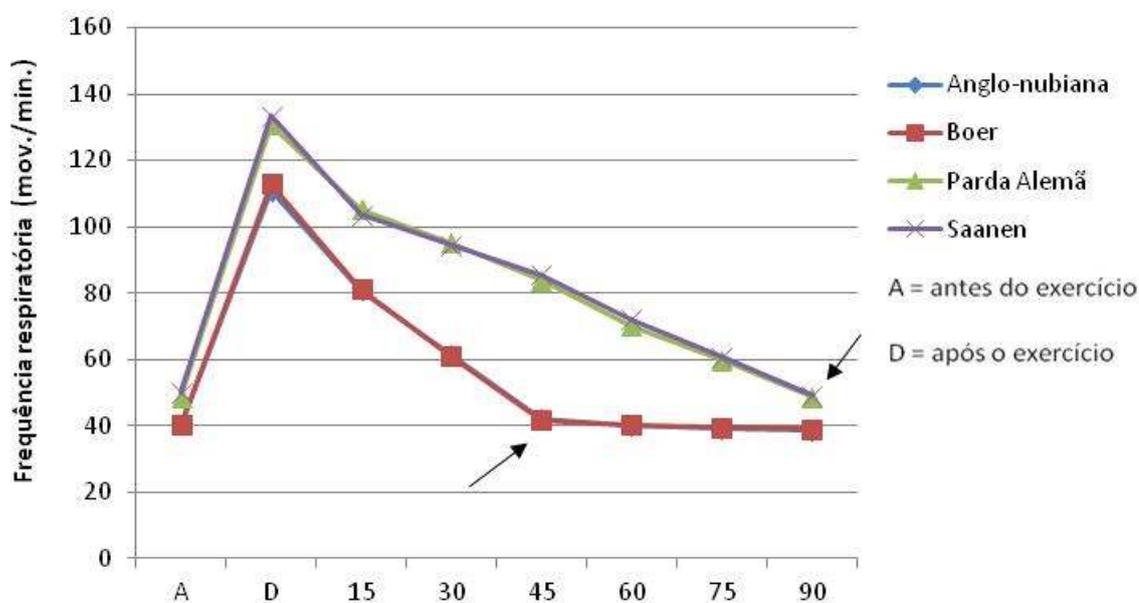


Figura 6. Variação da frequência respiratória (FR) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alpina e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a FR tornou-se igual (NS) à FR inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva.

Tabela 28. Médias e erro-padrão da frequência cardíaca em caprinos no momento do teste de Dowling.

| Frequência cardíaca (batimentos/min.) | Raça | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| Antes do exercício | 74,86 (1,27)Aa | 75,17 (1,28)Aa | 77,57 (1,29)Aa | 77,77 (1,29)Aa |
| Após o exercício | 127,15 (1,94)Ad | 124,71 (1,92)Ad | 153,57 (2,25)Bf | 155,25 (2,28)Bf |
| 15 min. após o exercício | 102,13 (1,64)Ac | 100,89 (1,63)Ac | 130,65 (2,07)Be | 133,13 (2,11)Be |
| 30 min. após o exercício | 81,58 (1,10)Ab | 80,88 (1,11)Ab | 117,74 (1,84)Bd | 119,07 (1,88)Bd |
| 45 min. após o exercício | 73,37 (0,92)Aa | 72,64 (0,91)Aa | 105,63 (1,67)Bc | 107,55 (1,70)Bc |
| 60 min. após o exercício | 74,63 (0,90)Aa | 73,32 (0,91)Aa | 94,88 (1,47)Bb | 95,93 (1,49)Bb |
| 75 min. após o exercício | 73,31 (0,86)Aa | 73,14 (0,84)Aa | 78,44 (1,31)Ba | 78,94 (1,33)Ba |
| 90 min. após o exercício | 72,44 (0,71)Aa | 71,59 (0,69)Aa | 76,12 (0,96)Ba | 76,21 (0,93)Ba |

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças ($P > 0,05$) da FC inicial (antes do exercício) entre raças (Tabela 28). Imediatamente após o exercício, observou-se um aumento significativo ($P < 0,01$) da FR dos animais. Uma análise sobre o valor deste aumento revelou diferença ($P < 0,01$) entre as raças Saanen e Parda Alpina (tronco europeu) e a Anglo-nubiana e Boer (tronco africano). As raças do tronco europeu exibiram maior elevação da FR em comparação as do tronco africano. Os resultados do teste de Dowling mostraram que os caprinos das raças Saanen e Parda Alpina recuperaram a FC inicial (anterior ao exercício) após 75 minutos de repouso à sombra. Os caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer recuperaram a FC inicial após 45 minutos de repouso à sombra (Tabela 28 e Figura 7).

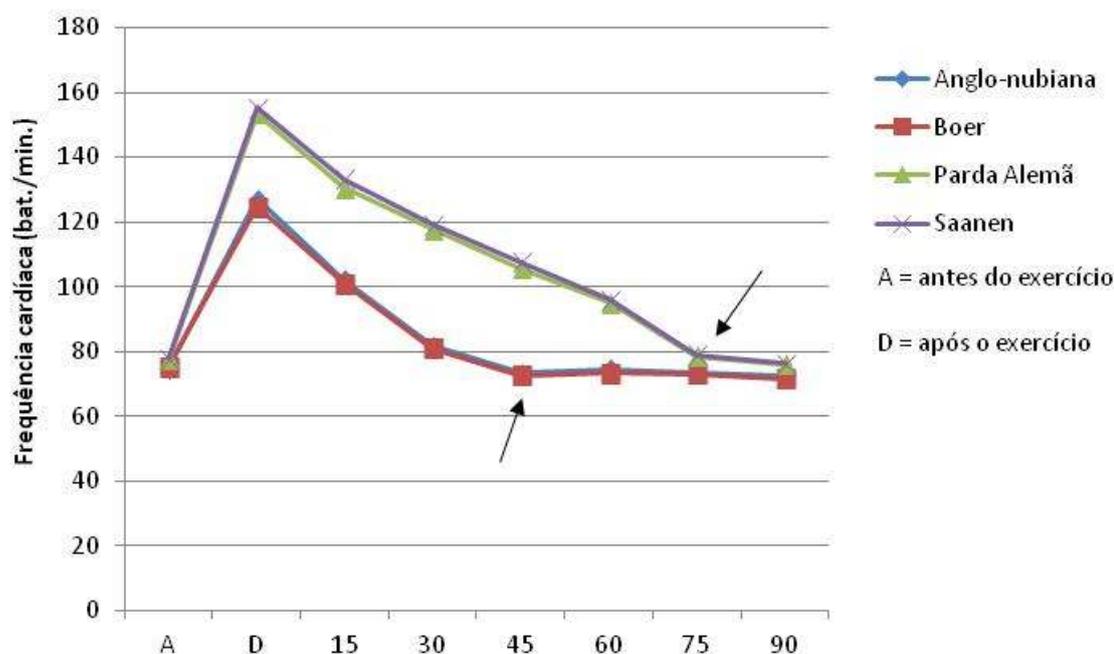


Figura 7. Variação da frequência cardíaca (FC) de caprinos da raça Anglo-nubiana, Boer, Parda Alemã e Saanen pelo teste de Dowling. A seta indica o tempo em que a FC tornou-se igual (NS) à FC inicial antes do exercício para a raça caprina respectiva.

Rocha et al. (2009) verificando a frequência cardíaca em acompanhamento da prova de Dowling, observaram que a FC das cabras Saanen retornou aos valores de repouso aos 40 minutos durante o período chuvoso e aos 60 minutos no período seco. Na cabra Nativa da raça Azul o retorno foi mais rápido, aos 20 minutos, tanto no período chuvoso, quanto no seco. O aumento de FC após 10 minutos de exercício foi semelhante entre as raças, em ambos os períodos. Segundo os autores esses dados provavelmente refletem maior condicionamento físico cardiovascular da cabra Azul em relação à Saanen. Pode ser também consequência da redução mais rápida da TR, diminuindo, assim, o estresse térmico dos animais.

Após submeter os caprinos ao teste de Dowling com relação às reações da temperatura retal, aplicou-se o índice de termorregulação de Ittner e Kelly apresentados na Tabela 29.

Tabela 29. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos pelo índice de termorregulação de Ittner e Kelly.

| Temperatura retal (°C) | Raça | | | |
|-------------------------------|---------------|-------|--------------|--------|
| | Anglo-nubiana | Boer | Parda Alpina | Saanen |
| Elevação média ^a | 1,39 | 1,37 | 1,53 | 1,56 |
| Decréscimo médio ^b | 1,37 | 1,35 | 1,19 | 1,20 |
| I (%) | 98,56 | 98,54 | 77,77 | 76,92 |

^a = diferença entre a temperatura retal média logo após o exercício e a temperatura retal média inicial (anterior ao exercício), à sombra.

^b = diferença entre a temperatura retal média logo após o exercício e a temperatura retal média uma hora após o exercício, à sombra.

As raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer) exibiram o índice de termorregulação de Ittner e Kelly bastante elevado em comparação aos do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina), conforme consta na Tabela 29.

Medeiros et al. (1989) após submeter caprinos e ovinos ao teste de Dowling, aplicou o índice de termorregulação de Ittner e Kelly, verificando que o caprino Bhuj exibiu o índice mais alto (95,20%), o ovino lanado ($\frac{3}{4}$ Corriedale x $\frac{1}{4}$ Romney Marsh), o mais baixo (55,55%), ocupando os ovinos deslanados Morada Nova e Santa Inês posição intermediária, com os índices de 86,09 e 73,29%, respectivamente.

Medeiros et al. (2002) para quantificar os resultados obtidos pela prova de resfriamento (prova de Dowling), os autores aplicaram a fórmula de Ittner e Kelly. Verificou-se que os caprinos da raça Anglo-nubiana exibiram os índices de termorregulação mais alto (93,07%) e os das raças europeias, Parda Alemão e Saanen os mais baixos, com os índices de 74,98 e 71,27%, respectivamente.

As médias da temperatura retal (TR) e do coeficiente de tolerância ao calor de (CTC) Rauschenbach e Yerokhin são apresentadas na Tabela 30.

Tabela 30. Médias e erro-padrão das temperaturas retais (TR1 e TR2) e o teste de Rauschenbach e Yerokhin em caprinos.

| Raça | TR1 (8 horas) | TR2 (15 horas) | ITC |
|---------------|------------------|-------------------|--------|
| Anglo-nubiana | 39,35 (0,04)Aa | 40,12 (0,06)Ba | 82,84a |
| Boer | 39,36 (0,04)Aa | 40,10 (0,06)Ba | 83,44a |
| Parda Alpina | 39,30 (0,03)Aa | 40,61 (0,07)Bb | 72,04b |
| Saanen | 39,32 (0,03)Aa | 40,64 (0,07)Bb | 71,84b |
| Média | 39,33 (0,04)A | 40,36 (0,06)B | - |

ITC = índice de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença ($P < 0,01$) entre as médias da TR1 e TR2 (Tabela 30). A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos (manhã e tarde), onde à tarde a TR dos animais das diferentes raças foi mais elevada do que no período da manhã. Houve diferença ($P < 0,01$) entre os grupos raciais para TR2, não sendo observada diferença ($P > 0,05$) para TR1. Os caprinos das raças do tronco europeu (Parda Alpina e Saanen) apresentaram a TR2 mais elevada à tarde ($P < 0,01$) em comparação aos caprinos das raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer). Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) quanto à tolerância ao calor entre caprinos das raças do tronco europeu e do africano.

A menor variação entre a TR1 e a TR2 nas raças Anglo-nubiana e Boer se traduziu em melhor coeficiente de tolerância ao calor (CTC), conforme a Tabela 30.

Utilizando o ITC de Rauschenbach e Yerokhin, Medeiros et al. (2002) estudaram a tolerância ao calor em caprinos de diferentes raças. O Anglo-nubiano obteve o ITC de 76,90, o Pardo Alemão e Saanen, 70,70 e 67,90, respectivamente. A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu, e do tronco africano, mediante a esse teste de adaptabilidade, evidencia que deve haver diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais.

As médias dos parâmetros fisiológicos e do CTC de Amakiri e Funcho dos caprinos são apresentados na Tabela 31.

Tabela 31. Médias e erro padrão das temperaturas retais (TR) e o coeficiente de tolerância ao calor de Amakari e Funcho em caprinos.

| Raça | TR1 (9 horas) | TR2 (15 horas) | CTC |
|---------------|------------------|-------------------|--------|
| Anglo-nubiana | 39,52 (0,05)Aa | 40,23 (0,05)Ba | 87,22a |
| Boer | 39,48 (0,04)Aa | 40,20 (0,05)Ba | 87,04a |
| Parda Alpina | 39,46 (0,04)Aa | 40,85 (0,07)Bb | 74,98b |
| Saanen | 39,47 (0,04)Aa | 40,83 (0,07)Bb | 75,52b |
| Média | 39,48 (0,04)A | 40,52 (0,06)B | - |

CTC = coeficiente de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença ($P < 0,01$) entre as médias da TR1 e TR2 (Tabela 31). A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos (manhã e tarde), onde à tarde a TR dos animais dos foi mais elevada do que no período da manhã. Houve diferença ($P < 0,01$) entre os grupos raciais para TR2, não sendo observada diferença ($P > 0,05$) para TR1. Os caprinos das raças do tronco europeu (Parda Alpina e Saanen) apresentaram a TR2 mais elevada à tarde ($P < 0,01$) em comparação aos caprinos das raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer). Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) quanto à tolerância ao calor entre caprinos das raças do tronco europeu e do africano.

Os caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer apresentaram o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de Amakiri e Funcho superior aos das raças Saanen e Parda Alpina, devido a menor variação entre a TR1 e TR2 nas raças do tronco africano, conforme consta na Tabela 31.

As médias da temperatura retal (TR) e do índice de tolerância ao calor de (ITC) pela prova de Baccari Júnior et al. (1986) são apresentadas na Tabela 32.

Tabela 32. Médias e erro-padrão das temperaturas retais e o índice de tolerância ao calor pela prova de Baccari Júnior.

| Raça | TR1 (13horas) | TR2 (15horas) | ITC |
|---------------|------------------|------------------|-------|
| Anglo-nubiana | 39,62 (0,04)Aa | 40,15 (0,06)Ba | 9,47a |
| Boer | 39,63 (0,04)Aa | 40,18 (0,06)Ba | 9,45a |
| Parda Alpina | 39,70 (0,05)Aa | 40,84 (0,07)Bb | 8,86b |
| Saanen | 39,72 (0,05)Aa | 40,88 (0,07)Bb | 8,84b |
| Média | 39,66A | 40,51B | - |

TR = temperatura retal, ITC = índice de tolerância ao calor

Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença ($P < 0,01$) entre as médias da TR1 e TR2 (Tabela 32). A análise de variância revelou diferença ($P < 0,01$) entre os períodos da manhã e da tarde, onde a TR dos animais das quatro raças foi mais elevada no período da tarde. Houve diferença ($P < 0,01$) entre raças para TR2, não sendo observada diferença estatística ($P > 0,05$) para TR1. Os caprinos das raças do tronco europeu (Parda Alpina e Saanen) apresentaram a TR2 mais elevada à tarde ($P < 0,01$) em comparação aos caprinos das raças do tronco africano (Anglo-nubiana e Boer). Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) quanto à tolerância ao calor entre caprinos das raças do tronco europeu e do africano (Tabela 32).

A menor variação entre a TR1 e a TR2 nas raças Anglo-nubiana e Boer se traduziu em melhor coeficiente de tolerância ao calor (CTC), conforme a Tabela 32.

Os caprinos das raças Anglo-nubiana e Boer apresentaram as médias do índice de tolerância ao calor de Baccari Júnior et al. (1986) superior as das raças Saanen e Parda Alpina, conforme consta na Tabela 32.

Souza (2003) ao submeter caprinos mestiços de diferentes grupos genéticos (exóticos, nativos e SPRD) criados em confinamento ao teste de Baccari Júnior observou que os animais apresentaram o mesmo grau de tolerância ao calor. Todavia, os caprinos exóticos eram oriundos do tronco africano (Anglo-nubiano e Boer). Concordando com Santos et al. (2005) que também não verificaram diferença em caprinos das raças Boer e Anglo-nubiana (exóticos), e Moxotó e Parda Sertaneja (nativas) e com Silva et al. (2006) trabalhando com caprinos das raças Boer, Savana, Anglo-nubiana e Moxotó, em confinamento, submetidos ao ITC de Baccari Júnior. Esta mesma tendência foi observada por Souza et al. (2008) ao submeter machos caprinos puros das raças Boer, Anglo-nubiana, Moxotó e Parda Sertaneja e, aplicando este mesmo teste, salientam que caprinos mestiços de 1ª geração (GF1) resultantes de cruzamentos das raças Boer, Savana, Kalarari, Anglo-nubiana e Moxotó com caprinos SPRD na Região Nordeste, não notaram diferença entre os mestiços, que apresentaram elevado índice de tolerância ao calor. Está mesma inclinação foi observada por Souza (2003), Santos et al. (2005) e Silva et al. (2006). Estes autores salientam que, com base nas respostas fisiológicas apresentadas (temperatura retal, superfície corporal, frequência respiratória e cardíaca) e dos valores obtidos com o mesmo ITC, as raças exóticas (Anglo-nubiana, Boer, Savana e Kalarari) demonstraram um alto grau de adaptabilidade às condições semi-áridas, quando confinadas, semelhantes às raças nativas (Moxotó e Parda Sertaneja).

Os caprinos do tronco europeu foram mais sensíveis aos testes de tolerância ao calor, visto que não tiveram a capacidade de manter a temperatura retal em nível mais baixo, aumentando consideravelmente a frequência respiratória, notadamente, por conseguinte menor capacidade de eliminação de calor. Esta inclinação foi observada por Medeiros et al. (2002, 2006 e 2008), Rocha et al. (2009) e Pereira et al. (2010).

A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu e do tronco africano, mediante as referidas provas de adaptabilidade, evidencia que há diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam a termorregulação dos animais.

A TR e a FR foram boas referências para medir a tolerância ao calor dos caprinos (MEDEIROS et al., 2002; MARTINS JÚNIOR et al., 2007; ROCHA et al., 2009; SILVA et al., 2010). Contudo, as características mais adequadas para serem consideradas em um programa de seleção para adaptação dos animais em climas tropicais, parecem ser notadamente aquelas relacionadas com a proteção contra a radiação solar e a eficiência na termólise, evidenciando a importância das características de pelame e as atividades das glândulas sudoríparas (SILVA, 2000).

Neste estudo o ambiente climático da região foi estressante para os caprinos, principalmente os do tronco europeu e apresentou valores para o índice de temperatura e umidade e índice de temperatura do globo negro e umidade acima dos recomendados como não estressantes.

4 CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste estudo permitem concluir que existem diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam as reações fisiológicas e a termorregulação dos animais, pois as raças de origem europeias revelaram-se mais sensíveis ao estresse térmico.

A temperatura retal e frequência respiratória são características fisiológicas que devem ser usadas como medida de conforto animal e para estimar a tolerância e adaptação dos animais ao calor.

Na aplicação dos testes de tolerância ao calor (Rhoad, Benezra, Dowling, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior), as raças do tronco europeu (Saanen e Parda Alpina) sempre apresentaram menores índices em comparação as do tronco africano. O que permite concluir que os caprinos das raças do tronco africano, Anglo-nubiana e Boer estão adaptados geneticamente, às altas temperaturas que ocorrem no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Ao contrário das raças do tronco europeu que não estão adaptadas geneticamente a esta região.

Na implantação de um criatório na região da Baixada Fluminense, do Estado do Rio de Janeiro, deve se levar em consideração a raça e a sua resposta às condições ambientais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAKIRI, S. F., FUNCHO, O. N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Animal Production**, v.28, p.329-335, 1979.
- ARRUDA, F. de A. V.; PANT, K. P. Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.379-385, 1984.
- ARRUDA, F. de A. V.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; PANT, K. P. Variação de temperatura corporal de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.915-919, 1984.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1.,1990, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1990. p. 9-17.
- BACCARI JÚNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, P. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.52, n.1, p.29-35, 1995.
- BENEZRA, M. V. A new index measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. **Journal Animal Science**, v.13, n.4, p.1015, 1954.
- DE LA SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; MOREIRA, F. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v.74, suppl. 1, p.133, 1996.
- DOWLING, G. F. An experimental study of heat tolerance of cattle. **Journal Agricultural Research**, v.7, p.469-481, 1956.
- FARIA, E. V. **Zootecnia geral**. Itaguaí, UFRRJ, 1979. 108p. il.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO – FIDERJ. **Indicadores Climatológicos**. Rio de Janeiro, 2008. 65p. il.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock**. Vol. II. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174., 1985.
- ITTNER, N. R.; KELLY, C. F. Cattle shades. **Journal Animal Science**, v.10, n.1, p.184-194, 1951.
- 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, n.2, p.544-549, 2006.

MARTINS JÚNIOR, L. M.; COSTA, A. P. R.; RIBEIRO, D. M. M. Respostas fisiológicas de caprinos Boer e Anglo-Nubiana em condições climáticas de meio norte do Brasil. **Caatinga**, v.20, n.2, p.1-7, 2007.

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. 1.ed., Icone. São Paulo, 1989.

MEDEIROS, L. F. D.; COUTINHO, L. de S.; SOUSA, J. C. D. de. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos e ovinos. **Arquivos de Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, v.12, n.1 e 2, p.65-72, jan/dez., 1989.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R.; CIDREIRA, R. G; LUNA, M. C. M. de; ZANINE, A de M.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Estimativa da tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.24, n.1, p.40-43, jan./fev., 2002.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; RODRIGUES, V. C.; BORGES, R. J. de C. L.; ROSSI, C. S.; MOURA, A. M. A. de. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.28, n.2, p.82-88, abr./jun., 2006.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; MELLO, M. R. B. de; LOPES, P. R. B.; SCHERER, P. O.; FERREIRA, M. C. M. Reações fisiológicas de caprinos das raças Anglo-nubiana e Saanen mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. **Boletim de Indústria Animal**, N. Odessa, v.65, n.1, p.07-14, jan./mar., 2008.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007, 96p. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado. 96p. 2007.

PEREIRA, Gabriella Marinho ; Bonifácio Benício de Souza ; Silva, A.M.A ; João Vinícius Brbosa Roberto ; AZEVEDO, CARLOS MAGNO BEZERRA . AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE CAPRINOS DA RAÇA SAANEN NO SEMIÁRIDO PARAIBANO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 83-88, 2011.

RAUSCHENBACH, J. O.; YEROKHIN, P. F. **Quantitative estimation of heat tolerance in animals**. Publishing House NAUKA, Siberian Braiich, Novosibirsk, 1975.

RHOAD, A. O. The Iberia heat tolerance test for cattle. **Tropical Agricultural**, v.21, p.162-164, 1944.

ROCHA, R. R. C.; COSTA, A. P. R.; AZEVEDO, D. M. M. R.; NASCIMENTO, F. S.; CARDOSO, F. S.; MURATORI, 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, n.5, p.1165-1172, 2009.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; PIMENTA FILHO, E. C.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e

naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**. User's guide: Statistics. Version 6.11 edition. Cary, NC: SAS, 1996. 956p.

SILVA, E. M. N. da; SOUZA, B. B. de; SILVA, G. de A.; CÉZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

SILVA, E. M. N. da.; SILVA, B. de S.; SILVA, G. de A. Parâmetros fisiológicos e hematológicos em caprinos em função da adaptabilidade ao semi-árido. **Agropecuária Científica do Semi-Árido**, v.6, n.3, p.1-6, 2010.

SILVA, R. G. da. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

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**, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

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

VILLARES, J. B. A eficiência dos ruminantes para utilizar alimentos nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, Fortaleza, 1986. **Anais...** Brasília, DF, EMBRAPA-DIE, 1990, p.33-45.

4 CONCLUSÃO GERAL

Nestas condições experimentais, conclui-se que:

Na implantação de um criatório na região da Baixada Fluminense, do Estado do Rio de Janeiro, deve se levar em consideração a raça e a sua resposta às condições ambientais.

A diferença na reação fisiológica entre os caprinos do tronco europeu, e do tronco africano, mediante aos testes de tolerância ao calor (Rhoad, Benezra, Dowling, Rauschenbach e Yerokhin, Amakiri e Funcho e Baccari Júnior), evidencia que há diferenças genéticas de atributos anatomofisiológicos que afetam as reações fisiológicas e a termorregulação dos animais, pois as raças de origem europeias revelaram-se mais sensíveis ao estresse térmico. E à medida que aumenta o percentual de genes do tronco europeu diminui a tolerância ao calor, e, conforme aumenta a percentagem de genes das raças africanas aumenta a tolerância ao calor. O que permite concluir que os caprinos das raças do tronco africano, Anglo-nubiana e Boer estão adaptados geneticamente, às altas temperaturas que ocorrem no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Ao contrário das raças do tronco europeu não estão adaptadas geneticamente a esta região.

A temperatura retal e frequência respiratória são características fisiológicas que devem ser usadas como medida de conforto animal e para estimar a tolerância e adaptação dos animais ao calor.

A inclusão de animais das raças Anglo-nubiana e Boer é uma alternativa valiosa em ensaio direto ou em programa de cruzamento com animais europeus, para a obtenção de mestiços F1 ou *three cross* visando animais para corte, no Município do Rio de Janeiro, Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro.