

RAIMUNDO RÔMULO COSTA ROCHA

**TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS
SAANÊN E AZUL NO MEIO-NORTE DO BRASIL**

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

Área de Concentração: Sanidade e Reprodução Animal.

**Teresina
Estado do Piauí
Outubro – 2006**

RAIMUNDO RÔMULO COSTA ROCHA

**TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS
SAANÊN E AZUL NO MEIO-NORTE DO BRASIL**

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

Área de Concentração: Sanidade e Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa

Co-Orientador: Prof. Dr. Hoston Tomás dos Santos Nascimento

**Teresina
Estado do Piauí
Outubro – 2006**

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Piauí

RAIMUNDO RÔMULO COSTA ROCHA

R767t Rocha, Raimundo Rômulo Costa
Termorregulação e adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul ao Meio-Norte do Brasil. / Raimundo Rômulo Costa Rocha -- Teresina: UFPI, 2006.

82f.

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

Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa.

1. Bioclimatologia animal. 2. Parâmetros fisiológicos. 3. Raça. 4. Adaptabilidade. 5. Stress. I. Título

C.D.D. – 591.522 2

TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS SAANEN E AZUL NO MEIO-NORTE DO BRASIL

Esta Dissertação foi submetida, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal, área de concentração em Sanidade e Reprodução Animal, outorgado pela Universidade Federal do Piauí, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

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

Raimundo Rômulo Costa Rocha

Aprovada em 31 de Outubro de 2006.

Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa/CCA/UFPI
Orientador

Dr. Hoston Tomás Santos do Nascimento
Pesquisador Embrapa Meio-Norte
Co-Orientador

Dr^a. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo
Pesquisadora Embrapa Meio-Norte
Conselheira

Ao Nosso Arquiteto do Universo, Deus Pai, por todas as conquistas e alegrias que tenho alcançado.

OFEREÇO

DEDICO

A toda minha família;

Aos meus Pais, Antônio Baltazar Santana Rocha e Maria Vilany Costa Rocha, que sempre estiveram do meu lado, nos momentos de alegrias e dificuldades.

Em especial à minha esposa Eliane Rodrigues da Silva e minhas filhas, Ângela Vilany, Maria Gabrielly, Maria Grazielly e Maria Giselly que têm sido fonte das minhas realizações e sucessos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa, pela confiança, perseverança, companheirismo, dedicação e profissionalismo demonstrados no decorrer de nossa breve convivência;

Ao Dr. Hoston Tomás Santos do Nascimento por toda colaboração juntamente com a EMBRAPA MEIO-NORTE;

A Profa. Dra. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo, pela sua especial contribuição no trabalho de revisão dessa dissertação, e como professora da disciplina de Bioclimatologia tenho a agradecer pelas orientações e conhecimentos transmitidos, que serviram para a execução desta pesquisa;

Aos Senhores José Bonifácio e Bonifácio Junior, pela a ajuda prestada disponibilizando a Fazenda Cajaíba para realização do experimento;

Aos meus amigos de trabalho (AGED/MA) Gregório da Silva Costa Junior e Raphael José Parentes da Silva Anes de Carvalho, pela força e incentivos que me deram para que eu pudesse concluir este trabalho de Dissertação de Mestrado;

Aos colegas mestrandos, Pull Andrens, Raimundo Júnior, Antônio Augusto, Sérgio Medeiros, Ezequiel Almeida; em especial, à colega mestranda, Médica Veterinária Francimane Sousa Cardoso, pelo incentivo e credibilidade; aos demais colegas de mestrado pela convivência respeitosa e amigável;

Aos colegas acadêmicos de Medicina Veterinária: Marcos André Alencar Maranhão, Ana Angélica Brandão, Naylene Carvalho e Leonardo de Oliveira pela valorosa contribuição na execução desta pesquisa;

Ao Prof. Dr. João Batista, pelo auxílio nas análises estatísticas dessa pesquisa; aos demais Professores Doutores do curso de Mestrado em Ciência Animal, pela sua dedicação ao referido curso;

Ao Sr. Luis Gomes da Silva, secretário do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela sua dedicação e eficiência.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, onde me graduei em Medicina Veterinária e conclui o Mestrado em Ciência Animal;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), especialmente a Embrapa Meio-Norte, pela liberação dos animais da raça Azul para a execução desta pesquisa;

Ao Digníssimo Dr. Dárcio de Araújo da Delegacia Federal da Agricultura do Maranhão, meus sinceros agradecimentos pelo companheirismo apoio e junto à AGED/MA;

A Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão que possibilitou a minha transferência para o PASA de Caxias, lotação Timon, Maranhão e assim viabilizaram a conclusão deste trabalho.

Aos animais que fizeram parte do experimento, o meu respeito.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 CAPÍTULO I - Termorregulação de Caprinos da Raça Saanen e do Grupo Racial Azul no Meio-Norte do Brasil	7
Resumo	7
Abstract	8
2.1. Introdução	10
2.2. Material e Métodos	11
2.3. Resultados e Discussão	13
2.4. Conclusões	33
2.5. Referências Bibliográficas	34
3 CAPÍTULO II - Adaptabilidade Climática de Caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil	40
Resumo	40
Abstract	41
3.1. Introdução	42
3.2. Material e Métodos	44
3.3. Resultados e Discussão	47
3.4. Conclusões	60
3.5. Referências Bibliográficas	60
4 CONCLUSÕES GERAIS	63
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

TR	temperatura retal
TR1, TR2, TR3, TR4, TR5	temperatura retal respectivamente 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício
FR	freqüência respiratória
FR1, FR2, FR3, FR4, FR5	freqüência respiratória respectivamente 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício
FC	freqüência cardíaca
FC1, FC2, FC3, FC4 e FC5	freqüência cardíaca respectivamente 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício
ITU1	Índice de temperatura e umidade 1
ITU2	Índice de temperatura e umidade 2
ITU3	Índice de temperatura e umidade 3
ITGU	Índice de temperatura do globo negro e umidade
UR	Umidade relativa
TA	Temperatura ambiente
TGN, Tg	Temperatura do Globo Negro
mmHg	Milímetro de Mercúrio
e	Tensão de vapor atual
es (t)	Tensão máxima de vapor
CTC	Coeficiente de tolerância ao calor
CA1	Coeficiente de adaptabilidade 1
CA2	Coeficiente de adaptabilidade 2
Tpo	Temperatura de ponto de orvalho
SNK	Student Newman Keuls

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1 - Médias das variáveis ambientais (VA) temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (TGN), tomadas nos períodos chuvoso (janeiro/fevereiro) e seco (setembro/outubro), em diferentes horários, no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos, no município de Teresina, Piauí, em 2005	26
Tabela 2 - Médias dos índices de temperatura e umidade (ITU1, ITU2, ITU3) e índice do globo negro e umidade (ITGU), tomadas nos períodos chuvoso (janeiro e fevereiro) e seco (setembro e outubro) e, em diferentes horários, sendo realizada no momento da coleta dos parâmetros fisiológicos, no município de Teresina, PI, 2005	27
Tabela 3 - Média dos parâmetros biométricos das raças Saanen e Azul, Teresina, PI, 2005	28
Tabela 4 - Médias de freqüência respiratória (FR), em mov./min, freqüência cardíaca (FC), em batimento/min. e da temperatura retal (TR), em °C, da raça Saanen e do grupo racial Azul, independente da época chuvosa e seca, em diferentes horários de coleta, no município de Teresina, Piauí, 2005	29
Tabela 5 - Médias de temperatura retal, em °C, para animais da raça Saanen e do grupo racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes horários de coleta, no município de Teresina, Piauí, em 2005	30
Tabela 6 - Médias de freqüência respiratória (mov./min), para a raça Saanen e o tipo racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes horários de coleta, no município de Teresina, Piauí, 2005	31
Tabela 7 - Médias de freqüência cardíaca, em batimento por minuto, para a raça Saanen e tipo racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes horários de coleta, no município de Teresina, Piauí	32

CAPITULO 2

Tabela 1 - Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), segundo o Teste de Ibéria, para os grupos raciais Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005	54
---	----

Tabela 2 -	Coeficiente de Adaptabilidade 1 (CA1), segundo o Teste de Benezra, para caprinos Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005 ..	55
Tabela 3 -	Coeficiente de Adaptabilidade 2 (com acréscimo da frequência cardíaca), segundo adaptação do Teste Benezra para caprinos Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005	56
Tabela 4 -	Médias para temperatura retal em acompanhamento ao teste de Rainsby para caprinos das raças Saanen e azul, nos período chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí	57
Tabela 5 -	Frequência respiratória (em movimentos por minuto), para caprinos das raças Saanen e Azul , em acompanhamento ao Teste de Rainsby, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005	58
Tabela 6 -	Frequência Cardíaca (em batimento por minuto), para caprinos Saanen e Azul, em acompanhamento ao Teste de Rainsby, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí	59

TERMORREGULAÇÃO E ADAPTABILIDADE CLIMÁTICA DE CAPRINOS SAANEN E AZUL NO MEIO-NORTE DO BRASIL

Autor: Raimundo Rômulo Costa Rocha

Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa

Resumo

Visando avaliar a adaptabilidade de dois grupos genéticos caprinos, um nativo da Região Nordeste do Brasil e outro importado da Europa, dois experimentos foram montados, sendo um para avaliar o comportamento termorregulatório ao longo do dia e outro para avaliar a adaptabilidade de acordo com testes de adaptabilidade realizados a campo, nos períodos chuvoso e seco, no município de Teresina-PI. No primeiro experimento foram avaliados os parâmetros fisiológicos frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) nos horários de 7-8, 10-11, 14-15 e 17-18 horas, quatro vezes no período chuvoso (janeiro/fevereiro) e quatro vezes no período seco (setembro/outubro), com os animais à sombra. Foram utilizadas fêmeas caprinas jovens Saanen (n = 7) e Azul (n = 7), clinicamente saudáveis, de mesma faixa etária e submetidas às mesmas condições de manejo. Nos mesmos dias e horários foram mensuradas a temperatura ambiente, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, e, a partir destas mensurações físicas do ambiente foram calculados o índice de temperatura e umidade (ITU) por três diferentes fórmulas e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). As FR (mov./min.) foram, no período chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem: $73,66 \pm 29,33$ e $43,67 \pm 23,28$; e no período seco, na mesma ordem, $83,03 \pm 30,09$ e $31,79 \pm 17,15$. As FC (bat./min.) foram, no período chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem: $80,63 \pm 14,41$ e $79,38 \pm 16,59$; e no período seco, na mesma ordem, $71,91 \pm 10,09$ e $69,49 \pm 13,73$. As TR ($^{\circ}\text{C}$) foram, no período chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem: $38,96 \pm 0,31$ e $39,11 \pm 0,28$; e no período seco, na mesma ordem, $39,00 \pm 0,47$ e $38,98 \pm 0,46$. Os resultados obtidos para ITU variaram de 74,79 a 87,57 e para ITGU de 77,39 a 84,40. No segundo experimento, com os mesmos animais, foram realizadas quatro coletas em cada período, dos testes de adaptabilidade: Ibéria, Benezra e Rainsby. Nos dois primeiros testes foram utilizadas sete fêmeas de cada grupo, enquanto que no terceiro, quatro fêmeas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial (2 raças e 2 períodos) realizando-se análise de variância seguida do teste de Dunnett para o teste de Rainsby e de Student-Neuman-Keuls para os demais testes, todos a 5%. Os valores do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC) do Teste de Ibéria no período chuvoso, para Saanen e Azul (Saanen=95,47 e Azul=93,70) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), porém no período seco (Saanen=97,65 e Azul=94,31), houve diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre os dois grupos. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os coeficientes de adaptabilidade 1 do teste de Benezra, tanto no período chuvoso (Saanen=4,86

e Azul=3,29) quanto no seco (Saanen=5,36 e Azul=2,67). No teste de Rainsby, o grupo Azul retornou à temperatura de repouso tanto no período chuvoso quanto no seco, entre 20 e 40 minutos após o exercício, enquanto as Saanen retornaram aos 40 minutos, no período chuvoso e não retornaram até os 100 no período seco. Verificou-se, com base nos índices ambientais que o ambiente onde foi realizada a pesquisa, está quase sempre fora da zona de conforto para os caprinos e que de acordo com os parâmetros fisiológicos o grupo racial Azul é menos estressável, embora mantenha uma temperatura corporal superior. Os testes de adaptabilidade confirmam a maior adaptabilidade do grupo racial Azul, que demonstraram maior capacidade de dissipação de calor, embora quando expostos ao sol absorvam maior quantidade de radiação.

Palavras-chaves: adaptabilidade, ambiente, bioclimatologia, parâmetros fisiológicos, estresse.

TERMORREGULATION AND CLIMATIC ADAPTABILITY OF SAANEN AND BLUE GOATS IN THE MID-NORTH OF BRAZIL

Author: Raimundo Rômulo Costa Rocha
Advisor: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa

Abstract

Aiming to evaluate the adaptability of two goat genetic groups, a native of the Brazil Northeast Region and another mattering of the Europe, two experiments had been carried out. Being one to evaluate the thermoregulation behavior throughout the day and other to evaluate the adaptability in accordance to a tests of adaptability carried through the field, in the rainy and dry periods, in the city of Teresina-PI. In the first experiment, the physiological parameters evaluated were: cardiac frequency (CF), respiratory frequency (RF) and retal temperature (RT) in the schedules of 7-8, 10-11, 14-15 and 17-18 hours, four times in the rainy period (January/February) and four times in the dry period (September/October), with the animals on the shade. Female young Saanen goats (n = 7) and Blue goats (n = 7), clinically healthful and the same ages, submitted to the same conditions of handling were used. At the same days and schedules, the ambient temperature, relative humidity of the air and temperature of black globe, were measured and from these physical mensuration of the environment, the temperature and humidity index (TUI) and the globe temperature and humidity index from three different formules had been calculated (GTUI). The RF (mov. /min.) in the rainy period, for the Saanen and Azul goats, were in this order: $73,66 \pm 29,33$ and $43,67 \pm 23,28$ and in the dry period, in the same order, were, $83,03 \pm 30,09$ and $31,79 \pm 17,15$. The CF (bat. /min.) they in the rainy period, for the Saanen and Azul goats, in this order, were: $80,63 \pm 14,41$ and $79,38 \pm 16,59$; and in the dry period, in the same order, were: $71,91 \pm 10,09$ and $69,49 \pm 13,73$. The RT ($^{\circ}\text{C}$) in the rainy period, for the Saanen and Azul goats, in this order, were: $38,96 \pm 0,31$ and $39,11 \pm 0,28$; and in the dry period, in the same order, were: $39,00 \pm 0,47$ and $38,98 \pm 0,46$. The results gotten for TUI varied from 74,79 to 87,57 and for GTUI varied from 77,39 to 84,40. In a second experiment, with the same animals, four collections in each period had been carried through, of the adaptability tests: Iberia, Benezra and Rainsby. In the two first tests seven females of each group had been used, whereas in third, four females were used. The experimente was carried out randomized and factoril schedule (2 races and 2 periods) with variance analysis followed of the test of Dunnett for the Rainsby test and Student-Neumans -Keuls for the Iberia and Benezra tests, all 5%. T9- The values of the Coefficient of Tolerance to Calor (CTC) of the Test of Iberia in the rainy period, for Saanen and Azul (Saanen=95,47 and Azul=93,70) they had not differed statistical ($P > 0,05$), however in the dry period (Saanen=97,65 and Azul=94,31), it had difference significant statistics ($P < 0,05$) between the two groups. The values of the Coefficient of Tolerance to Calor (CTC) of the Test of Iberia in the rainy period, for Saanen and Azul (Saanen=95,47 and Azul=93,70) they had not differed

statistical ($P > 0,05$), however in the dry period (Saanen=97,65 and Azul=94,31), it had difference significant statistics ($P < 0,05$) between the two groups. It was verified, on the basis of the ambient indices that the environment where the research was carried through, it is almost always it are of the zone of comfort for the goat ones and that in accordance with the physiological parameters the Blue racial group is less estressl, although it keeps a superior body temperature. The adaptability tests confirm the biggest adaptability of the Blue racial group, that they had demonstrated to greater capacity of heat waste, although when displayed to the sun they absorb greater amount of radiation.

Key words: adaptability, environment, bioclimatolgy, physiological parameters, estresse.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A rusticidade das raças e grupos genéticos caprinos nativos da região Nordeste do Brasil é um fator importante para a sustentabilidade da caprinocultura da Região. Isto ocorre devido principalmente à adaptabilidade dessas raças, entretanto, os elementos ambientais e o sistema extensivo de criação são entraves para o melhor desenvolvimento desses animais.

Diferentes raças de caprinos, oriundas principalmente da África e Europa, foram introduzidas na região Nordeste, como é o caso da raça Saanen. Esta raça, de origem suíça, apresenta animais com pelagem branca, pelos curtos e finos, pele rosada e aberturas naturais amarelas (JARDIM, 1987), e é apontada como a de maior produção de leite (RIBEIRO, 1997). De acordo com (CASTRO, 1984) foi feita uma importação de caprinos Saanen para o estado de Pernambuco em 1974, que é a primeira referência encontrada na literatura da presença de Saanen na Região Nordeste. Segundo o mesmo autor, os cruzamentos com caprinos comuns exercem notável influência melhoradora, produzindo mestiços muito rústicos, de grande tamanho, maior peso e apreciável produção leiteira.

Na região Nordeste, também são encontrados caprinos nativos, como o grupo racial Azul ou Azulanha, de pelagem cinza azulada e pele escura, ainda não reconhecido como raça. Este grupo racial encontra-se em perigo de extinção, havendo, no entanto, possibilidade de recuperação desse importante material genético, que ao longo do processo de aclimatização degenerativa, adquiriu um patrimônio genético desconhecido, principalmente no tocante a capacidade de resistência à seca e a doenças. Exemplares isolados de caprinos Azul são encontrados em rebanhos de várias partes do Nordeste, especialmente na Paraíba, onde podem ser vistos em maior número. No Estado do Piauí, esta variedade torna-se cada vez mais rara, porém a Fazenda Cajaíba, no município de Teresina, manteve por vários anos, um plantel preservado, com apoio da Embrapa Meio-Norte. Atualmente esses animais estão em processo de transferência para o município de São João do Piauí (ASCCOPER, 2006).

Apesar da rusticidade dos caprinos nativos, o ambiente interfere no desempenho desses animais, através dos elementos climáticos temperatura ambiente, radiação solar e umidade relativa, que podem alterar a função respiratória, a temperatura retal (COSTA et al., 1994; BRASIL, 1998; SILVA et al., 2004), e a frequência cardíaca (TURCO et al., 2004a).

A interação dos animais e ambiente ocorre através dos processos físicos de trocas térmicas por condução, convecção, radiação e evaporação. Os três primeiros componentes, não-evaporativos, estão associados às trocas térmicas secas, enquanto o último, evaporativo, baseia-se em trocas térmicas úmidas (NAAS, 1998).

O estresse climático representa o somatório de reações do organismo, a estressores de ordem psicológica, física, química, infecciosa e outras capazes de alterar o equilíbrio fisiológico do animal; podendo ser determinado pelos parâmetros fisiológicos, como a frequência respiratória e temperatura corporal (BACCARI JÚNIOR, 1987). Hahn (1987) define estresse devido ao calor como “a resposta do animal a todas associações das condições ambientais, que causam uma temperatura efetiva do meio mais elevada que a zona termoneutra dos animais”.

A permanência de animais em ambiente na faixa de termoneutralidade, torna desnecessárias alterações fisiológicas para manutenção da homeotermia, e o conseqüente gasto com energia (SILVA, 2004). O potencial estressante do ambiente pode ser avaliado por parâmetros ambientais, como temperatura, umidade relativa e radiação solar. O conjunto desses elementos pode levar o animal ao estresse crônico, trazendo resultados negativos na produção de leite e carne, na reprodução, bem como no crescimento do animal (BACCARI JÚNIOR, 1987).

Nãas (1998) salienta que os quatro fatores ambientais que mais intensificam as temperaturas efetivas são temperatura ambiente, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento.

Os caprinos são animais homeotérmicos endotérmicos e como tais se caracterizam pela capacidade de manter a temperatura corporal dentro de

limites estreitos, utilizando para esse fim, além das trocas com o ambiente, a produção interna de calor (RANDAL et al., 2000).

O sistema termorregulador é composto de receptores, vias de condução, centros e efetadores. Os termorreceptores, segundo Anderson (1978) são classificados em periféricos e centrais, de cuja ação conjunta depende a homeotermia. Os termorreceptores centrais estão representados por células nervosas termossensíveis localizadas no hipotálamo, que respondem ao aquecimento ou resfriamento do sangue que circula nessa área (REECE, 1996). A resposta termolítica ocorre quando essas células localizadas na porção anterior são estimuladas pelo calor e a termogênica, quando tais células localizadas na parte posterior são estimuladas pelo frio. Assim, cada área aumenta sua frequência de descarga de acordo com o estímulo específico. Os centros envolvidos estão localizados no bulbo, na ponte e diencéfalo, sendo que os dois primeiros são reguladores da frequência e profundidade respiratória. No diencéfalo, localiza-se o hipotálamo, que além de receptor funciona também como centro da termorregulação. A porção anterior do hipotálamo compara a temperatura central detectada com a temperatura de referência da espécie, chamada de ponto fixo (set point). Se a temperatura estiver abaixo dessa referência, desencadeiam-se os mecanismos de termogênese, se estiver acima são ativados os mecanismos de termólise (CONSTANZO, 2005). Estudos recentes demonstram que a área pré-óptica do hipotálamo tem um papel chave no processo de termorregulação (NAGASHIMA, 2006).

Os efetadores são vasos sanguíneos, glândulas sudoríparas, músculos eretores dos pêlos, músculos respiratórios, glândulas endócrinas (especialmente tireóides e adrenais), que modificam seu estado de atividade em resposta aos estímulos oriundos dos centros. A frequência respiratória é determinada pela frequência de contração dos músculos respiratórios, enquanto que a frequência cardíaca é determinada pela frequência dos estímulos gerados no próprio coração, sob influências nervosas e humorais.

A frequência respiratória e cardíaca normais nos caprinos, tem variação de 12 a 25 movimentos por minuto (KOLB, 1974) e 70 a 80

batimentos cardíacos por minuto (REECE, 1996), respectivamente. O primeiro autor relata que prática de exercício físico e elevada temperatura ambiente são fatores que fazem elevar a frequência respiratória. A temperatura também influencia no aumento da frequência cardíaca (MEDEIROS et al., 1998a; TURCO et al., 2004b) e por isso este parâmetro fisiológico é utilizado por alguns autores como medida de importância para testar a adaptabilidade de caprinos (MEDEIROS et al., 1998b; SANTOS et al., 2003; TURCO et al., 2004a; ROCHA et al., 2005b) e ovinos (CEZAR et al., 2003; BARBOSA et al., 2004; TURCO et al., 2004a).

Segundo Reece (1996), a variação normal da temperatura retal na espécie caprina é de 38,5 a 39,7°C. Entretanto a temperatura corporal pode sair da faixa normal, sob influência de vários fatores, tais como a temperatura ambiente, que, no Nordeste, geralmente é mínima pela manhã e máxima à tarde (ARRUDA et al., 1984b; ARRUDA e PANT, 1985a; COSTA et al., 1994; MARTINS JÚNIOR, 2004; ROCHA et al., 2005c; MACHADO JÚNIOR, 2006). Atividades físicas também podem elevar a temperatura retal (ARRUDA et al., 1984b; ARRUDA e PANT, 1985b; MARTINS JUNIOR, 2004). A temperatura retal e frequência respiratória são os parâmetros fisiológicos mais utilizados em experimentos com caprinos e outras espécies, sendo citados por diversos autores (MARTINS JÚNIOR, 2004; NEIVA et al., 2004; SILVA et al.; 2004; ROCHA et al., 2005a).

Arruda e Pant (1985b) estudando caprinos de diferentes idades no Nordeste brasileiro observaram que a cor da pelagem influenciou no processo de adaptação, pois os animais brancos apresentaram frequência respiratória significativamente inferior à dos pretos.

Para avaliação de animais de interesse zootécnico, a campo, foram desenvolvidos os testes de Ibéria, Benezra e Rainsby. O teste de Ibéria ou “teste de Rhoad”, foi desenvolvido por Rhoad em 1944, na região de mesmo nome. É realizado com os animais expostos ao sol e teve no princípio objetivo de medir a adaptabilidade de bovinos, tendo a temperatura retal como parâmetro fisiológico de interesse. As aferições podem ser feitas por três dias, consecutivos ou não, as 10 e 15 horas, determinando-se “coeficiente de

tolerância ao calor”, que quanto mais próximo de 100, mais adaptado é o animal ao meio onde está sendo realizado o teste (MULLER, 1982).

O teste de Benezra foi desenvolvido na Venezuela, e consiste na aferição não somente da temperatura retal, mas também da frequência respiratória. Trabalho com esta prova foi realizado por Villares (1972), através da qual mostrou experimentalmente diferenças significativas de resposta entre bovinos das raças Chianina e Zebuínos em diferentes umidades relativas.

Por último, o teste de Rainsby, que foi desenvolvido na Austrália, tem como finalidade testar a capacidade do animal em dissipar calor, sendo a temperatura retal a variável de observação. Neste teste o animal é submetido às baterias de exercício físico com duração de 10 minutos, verifica-se se sua temperatura retal eleva-se acima de 40°C; em caso negativo, o animal é novamente submetido a exercícios físicos por outros 10 minutos, até que sua temperatura retal ultrapasse os 40°C. Após o animal atingir temperatura retal igual ou superior à desejada, mede-se, também a cada 10 minutos a temperatura retal até que esta volte a temperatura inicial, anterior ao exercício. Será considerado mais capaz de dissipar calor o animal (ou grupo de animais) que retornar mais rapidamente a temperatura retal inicial, sendo, portanto, menos estressável pelo meio (MULLER, 1982).

Com algumas adaptações, os testes de Ibéria, Benezra e Rainsby foram aplicados em caprinos, pela primeira vez, por Martins Júnior (2004), em trabalho realizado em Timon, Maranhão, ao comparar as raças Boer e Anglo-Nubiana, tendo verificado o autor maior adaptabilidade da raça Boer nos dois primeiros testes e desempenho similar no último.

Diversos estudos foram realizados utilizando as variáveis temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória, através dos quais várias raças nativas e exóticas foram pesquisadas, tais como Canindé (ARRUDA et al., 1984a), Moxotó (SOUZA et al., 2003), Azul (ROCHA et al., 2005a), Marota (SANTOS et al., 2005), Bhuj (ARRUDA et al., 1984a), Anglo-Nubiana (MEDEIROS et al., 1998; SILVEIRA et al., 2001; MARTINS JÚNIOR, 2004), Parda Alemã (MEDEIROS et al., 1998), Saanen (KASA et al., 1995; ROCHA,

2005b), caprinos sem raça definida (TURCO et al., 2004a) e mestiços de Anglo-Nubiana (MACHADO JÚNIOR, 2006).

Em vista da co-habitação na Região Meio-Norte, do grupo racial nativo Azul e da raça Saanen, de origem européia e da falta de informações especialmente relativas ao grupo nativo. O objetivo deste experimento foi avaliar a adaptabilidade dos dois grupos de caprinos, às condições climáticas da cidade de Teresina, Piauí, localizada na região Meio-Norte, nos períodos seco e chuvoso e em diferentes horários, através de parâmetros fisiológicos e dos testes de adaptabilidade a campo e de diversos parâmetros ambientais.

2. CAPÍTULO I

Termorregulação de Caprinos da Raça Saanen e do Grupo Racial Azul no Meio-Norte do Brasil

Raimundo Rômulo Costa Rocha^I, Amilton Paulo Raposo Costa^{II}, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo^{III}, Hoston Tomás dos Santos Nascimento^{IV}

Resumo

Este experimento teve por objetivo comparar a adaptabilidade dos grupos genéticos Saanen e Azul, em condições climáticas da sub-região Meio-Norte do Brasil, nos períodos chuvoso e seco, através da avaliação dos parâmetros fisiológicos frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) em diferentes horários do dia. O experimento foi realizado no município de Teresina, Piauí, de janeiro a outubro de 2005. Foram utilizadas fêmeas caprinas jovens Saanen (n = 7) e Azul (n = 7), clinicamente saudáveis, de mesmas faixas etárias e submetidas às mesmas condições de manejo. A FR, FC e TR foram coletadas nos horários de 7-8, 10-11, 14-15 e 17-18 horas, quatro vezes no período chuvoso (janeiro/fevereiro) e quatro vezes no período seco (setembro/outubro), com os animais à sombra. Nos mesmos dias e horários foram mensuradas a temperatura ambiente, umidade relativa e temperatura de globo negro, e, a partir destas mensurações físicas do ambiente foram calculados o índice de

^I Mestre em Ciência Animal pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

^{II} Prof. Dr. do Departamento de Morfofisiologia Veterinária do Centro de Ciências Agrárias – UFPI.

^{III} Dra. Pesquisadora da EMBRAPA Meio-Norte.

^{IV} Dr. Pesquisador da EMBRAPA Meio-Norte.

1 temperatura e umidade (ITU) por três diferentes fórmulas e o índice de temperatura de
2 globo e umidade (ITGU). As diferenças entre médias foram detectadas pelo teste SNK
3 utilizando o logiciário estatístico SAS (1997). As FR (mov./min.) foram, no período
4 chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem: $73,66 \pm 29,33$ e $43,67 \pm 23,20$; e
5 no período seco, na mesma ordem, $83,03 \pm 30,09$ e $31,79 \pm 17,15$. As FC (bat./min.)
6 foram, no período chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem: $80,63 \pm 14,41$ e
7 $79,38 \pm 16,59$; e no período seco, na mesma ordem, $71,91 \pm 10,09$ e $69,49 \pm 13,73$. As TR
8 ($^{\circ}\text{C}$) foram, no período chuvoso, para os caprinos Saanen e Azul, nesta ordem:
9 $38,96 \pm 0,31$ e $39,11 \pm 0,28$; e no período seco, na mesma ordem, $39,00 \pm 0,47$ e
10 $38,98 \pm 0,46$. Os resultados obtidos para ITU variaram de 74,79 a 87,57 e para ITGU de
11 77,39 a 84,40. Desta forma, conclui-se com base nos índices ambientais avaliados que o
12 ambiente onde foi realizada a pesquisa está quase sempre fora da zona de conforto para
13 os caprinos e que de acordo com os parâmetros fisiológicos o grupo racial Azul é menos
14 estressável, embora mantenha uma temperatura corporal superior.

15

16 **Palavras-chave:** adaptação, bioclimatologia, estresse térmico, índices, parâmetros
17 fisiológicos

18

19 **Termorregulation of the Saanen and the Blue Goats in the Mid-North of Brazil**

20

21 **Abstract**

22

23 This experiment had for objective to compare the adaptability of the Saanen
24 and Azul goats, in Brazil Mid-North climatic conditions in the rainy and dry periods to
25 evaluate, the physiological parameters cardiac frequency (CF), respiratory frequency

1 (RF) and rectal temperature (RT) at then different schedules of the day. The experiment
2 was carried through in the city of Teresina, Piauí, of January to October 2005. Female
3 young Saanen goats (n = 7) and Blue goats(n = 7), clinically healthful, of the same ages
4 and submitted to the same conditions of handling were used. The RF, CF and RT had
5 been collected in the schedules of 7-8, 10-11, 14-15 and 17-18 hours, four times in the
6 rainy period (January/ February) and four times in the dry period (September/October),
7 with the animals to the shade. At the same days and schedules, the ambient temperature,
8 relative humidity and black globe temperature humidity index (TUI) for three different
9 formule and the globe and humidity temperature index were calculated (GUTI). The
10 differences between averages had been detected by test SNK using the statistical
11 logiciário SAS (1997). The RF (mov. /min.) in the rainy period, for Saanen and Azul
12 goat , in this order were: $73,66 \pm 29,33$ and $43,67 \pm 23,20$; and in the dry period, in the
13 same order were: $83,03 \pm 30,09$ and $31,79 \pm 17,15$. The CF (bat. /min.) in the rainy
14 period, for Saanen and Azul goats, in this order were: $80,63 \pm 14,41$ and $79,38 \pm 16,59$;
15 and in the dry period, in the same order were: $71,91 \pm 10,09$ and $69,49 \pm 3,73$. The RT
16 (°C) in the rainy period, for the Saanen and Azul goats, in this order were: $38,96 \pm 0,31$
17 and $39,11 \pm 0,28$; and in the dry period, in the same order were: $39,00 \pm 0,47$ and
18 $38,98 \pm 0,46$. The results gotten for TUI varied from 74,79 to 87,57 and for GUTI from
19 77,39 to 84,40. On the bases to evaluates ambient the environment index where the
20 research was carried out. It was always out the confort zone of for the goat ones and
21 that in accordance with the physiological parameters the Blue racial group, so it is less
22 streded, although it keep higher body temperature.

1 **Key Words-:** adaptation, bioclimatology, stress thermal, index, physiological
2 parameters

3 **2.1. Introdução**

4
5 A região Nordeste possui cerca de 93,2% do efetivo caprino do Brasil, sendo os
6 estados da sub-região Meio-Norte, Piauí e Maranhão, responsáveis por 19,1% do
7 efetivo brasileiro e 20,4% do Nordeste (IBGE, 2002). No entanto, a produtividade em
8 carne e leite é baixa nesses estados, sendo a temperatura, radiação solar e pluviosidade
9 responsáveis em parte pela redução da produção, visto que, influem na disponibilidade
10 de pastagem e, também, na manifestação de enfermidades.

11 Considerando que, estes elementos climáticos são estressantes e geralmente
12 associados ao baixo desempenho de rebanhos criados nas regiões tropicais (COLLIER
13 et al., 1982), espera-se que animais mais adaptados às condições inerentes ao clima
14 tropical tenham melhor produtividade, por possuírem características fisiológicas,
15 morfológicas e comportamentais mais adequadas a esse ambiente.

16 Os parâmetros fisiológicos temperatura retal e frequências respiratória e
17 cardíaca são os mais utilizados na avaliação da tolerância dos animais ao calor, como
18 atestam os trabalhos de Souza et al. (2003), Silva et al. (2004) e Santos et al. (2005), em
19 caprinos. No entanto, alguns índices físicos, como o índice de temperatura e umidade
20 (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) também têm sido utilizados
21 (Souza et al., 2003; Silva et al., 2004), visto que caracterizam ou quantificam as zonas
22 de conforto térmico adequadas às diferentes espécies animais, apresentando em uma
23 única variável, os fatores que caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal,
24 podendo predizer o estresse que esse ambiente possa causar ao mesmo.

1 Algumas raças caprinas exóticas, como a Saanen, foram introduzidas no Brasil
2 com o intuito de incrementar, principalmente, a produção de leite. Por outro lado, existe
3 uma quantidade significativa de animais que vêm passando por longo processo de
4 seleção natural, em clima tropical, no Nordeste Brasileiro. Apesar dos cruzamentos
5 desordenados, pode-se distinguir alguns grupos com certa identidade fenotípica,
6 comumente referidos como ecotipos ou grupos raciais. Entre esses, está o grupo racial
7 Azul, já bastante raro, mas com um pequeno plantel preservado na Fazenda Cajaíba,
8 localizada no município de Teresina, Piauí.

9 Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o grau de adaptabilidade dos
10 grupos de caprinos, Saanen e Azul, bem como suas principais estratégias de
11 manutenção da homeotermia em condições climáticas de Meio-Norte do Brasil.

12

13 **2.2. Material e Métodos**

14

15 O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Cajaíba, localizada no município de
16 Teresina, Piauí, distante 25 km de Teresina, capital do estado, nos períodos chuvoso
17 (janeiro a fevereiro) e seco (setembro a outubro) de 2005. Foram utilizados 14 caprinos,
18 fêmeas, jovens (1 a 2 anos), vazias, sendo sete da raça Saanen e sete do grupo racial
19 Azul, com média de peso respectivamente, de 35,63 e 28,29 kg, todas em condições
20 clínicas satisfatórias e submetidas às mesmas condições de manejo.

21 Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), frequência cardíaca
22 (FC) e temperatura retal (TR) foram aferidos, nesta ordem, com os animais à sombra,
23 nos seguintes horários: 7-8, 10-11, 14-15 e 17-18, uma vez a cada quinze dias, sendo
24 realizadas quatro coletas no período chuvoso e quatro no período seco.

1 A FR, em movimentos por minuto, foi obtida por observação dos movimentos
2 do flanco esquerdo do animal, durante um minuto. Numa distância de 2 metros do
3 animal. A FC, em batimentos por minuto, foi obtida com a utilização de um
4 estetoscópio posicionado entre o terceiro e quarto espaço intercostal, em torno da
5 articulação costochondral, durante um minuto. A TR, em °C, foi obtida por meio de
6 termômetro digital mantido no reto do animal até o disparo do sonorizador.

7 A temperatura ambiente (TA) e umidade relativa (UR) foram obtidas com
8 auxílio de termo-higrômetro (Incoterm, Porto Alegre, Brasil) e a temperatura de globo
9 negro (TGN), através de globo-termômetro (termômetro Inconterm 0 a 100°C inserido a
10 um globo negro de 150 mm de diâmetro), instalados à altura de 55 cm do solo, que
11 corresponde à altura média aproximada dos animais.

12 A partir da TA, UR e TGN foram calculados os índices: ITU – índice de
13 temperatura e umidade, por três diferentes fórmulas, caracterizando ITU1, ITU2 e
14 ITU3; ITGU – índice de temperatura de globo e umidade, cujas fórmulas são
15 detalhadas a seguir:

16 1. $ITU1 = 0,72(Tb_s + Tb_u) + 40,6$, onde Tb_s foi a temperatura do bulbo seco, em
17 graus °C, Tb_u a temperatura do bulbo úmido, °C (Benício e Sousa, 2001).

18 2. $ITU2 = T_A + 0,36 T_{PO} + 41,5$, onde T_{po} foi a temperatura do ponto de
19 orvalho e T_A , a temperatura ambiente, ambas em °C (Thom, 1958). A T_{po} foi
20 determinada pela fórmula $e = UR \times e_s(t)/100$, onde a tensão atual de vapor (e) foi
21 fornecida em percentuais (%), e a tensão máxima de vapor $e_s(t)$, em mmHg; portanto
22 de acordo o resultado da tensão atual de vapor (e), procura-se na tabela a temperatura
23 para a qual a tensão é máxima, assim a temperatura encontrada é a T_{po} (Ometto, 1981).

1 sensível, pois este, só se altera quanto os mecanismos de dissipação de calor são
2 insuficientes para mantê-la, o que foge ao conceito de zona de termoneutralidade.

3 Ainda em relação à TA e considerando-se também a umidade relativa (UR),
4 percebe-se que apenas no horário de 10-11h não há diferença ($P<0,05$) entre os períodos
5 seco e chuvoso. Em adição, observa-se o comportamento inverso entre estes dois
6 parâmetros – a TA crescente entre 7 e 14 horas, com uma redução entre 14 e 17 h no
7 período seco ($P<0,05$) e estabilização no chuvoso. Ao contrário, a UR decresceu
8 ($P<0,05$) entre 7 e 14 horas, aumentou entre 14 e 17 horas no período chuvoso ($P<0,05$)
9 e ficou estável no seco (Tabela 1). Resultados semelhantes foram descritos por Santos et
10 al. (2003), no período seco, no semi-árido paraibano, onde a TA e UR, apresentaram,
11 para os dois primeiros horários valores crescentes e dois últimos horários decrescentes
12 do turno matutino para o vespertino. Na sub-região Meio-Norte do Brasil, Costa; Abreu
13 (1994); e Costa et al. (2004), verificaram o mesmo comportamento da TA e UR, nos
14 períodos seco e chuvoso, entre 7 e 18 horas. Rocha et al. (2005) e Santos et al. (2005),
15 também no Meio-Norte, encontraram no período chuvoso, valores para UR e TA,
16 respectivamente, crescente e decrescente, entre 7 e 18 horas.

17 Não se tem conhecimento da faixa de índice de temperatura e umidade (ITU)
18 que representa a zona de conforto para a espécie caprina, porém existem trabalhos com
19 vacas de leite que são comumente utilizados como referência. O valor de ITU que
20 representa o limiar de estresse em bovinos leiteiros, de acordo com a literatura, é muito
21 variável podemos encontrar valores de 72 (VALTORTA E GALLARDO, 1996) e 78
22 (MCDOWELL; JOHNSTON, 1971). Segundo Rosemberg et al. (1983), os valores entre
23 75 e 78 são considerados faixa de alerta e entre 79 e 83 de perigo. Para vacas holandesas
24 em regiões desérticas, os valores encontrados como estressantes, nos níveis limiar,

1 médio e máximo são, respectivamente 64; 72 e 76 (IGONO et al., 1992). Numa
2 tentativa de generalização para animais de diferentes espécies, Hahn (1985) sugere os
3 valores de ITU até 70, entre 71 e 78, entre 79 e 83 e acima de 83, respectivamente como
4 ambiente não estressante, crítico, perigoso e condição de emergência.

5 Evidentemente, esses valores variam não só com a espécie, mas com raça e
6 estado fisiológico do animal. Desse modo, o limiar para fêmeas secas é provavelmente
7 maior que para aquelas em lactação, que têm maior produção de calor endógeno. Além
8 disso, existem várias fórmulas para cálculo do ITU, que podem explicar em parte os
9 vários limites encontrados.

10 Neste experimento, utilizamos três fórmulas para cálculo do ITU, cujos
11 resultados encontram-se na Tabela 2, sob a denominação de ITU1, ITU2 e ITU3. Os
12 menores valores médios para os diversos índices foram encontrados no horário de 7-8
13 horas, no período seco, que diferiram dos equivalentes no período chuvoso ($P < 0,05$). O
14 menor valor médio encontrado, de todos índices, em todos os horários e nos dois
15 períodos, foi 74,79 para ITU2, no horário de 7-8 h, que é um valor ligeiramente acima
16 da zona de conforto, segundo quase todos os autores referenciados acima. Os índices
17 observados encontram-se enquadrados a partir da faixa de alerta, atingindo também as
18 faixas de perigo e emergência (ROSEMBERG et al., 1983; BAETA, 1985; SILVA;
19 TURCO, 2004). Aplicando a fórmula do ITU3, Silva e Turco (2004) utilizaram para
20 efeito de zoneamento bioclimático para caprinos e ovinos do estado da Bahia, os
21 seguintes valores de referência: ITU abaixo de 74 = zonas seguras, ITU entre 74 e 81 =
22 zona de alerta, ITU acima de 81 = zona de perigo, que têm valores próximos aos citados
23 por Baeta (1985).

1 Os resultados médios para o índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade
2 (ITGU) também podem ser encontrados na Tabela 2. Segundo o National Weather
3 Service of USA, citado por Baeta (1985), os valores de ITGU até 74, 74-79, 79-84 e
4 acima de 84 definem situação de conforto, alerta, perigo e emergência, respectivamente.
5 Conforme esses dados de referência os valores do ITGU tomados durante este
6 experimento encontram-se todos acima da zona de conforto.

7 Conforme a Tabela 2, comparando-se os índices nos períodos chuvoso e seco,
8 observa-se que, quase sempre (exceto para o ITU e ITGU, no horário de 14-15h, onde
9 não houve diferença significativa), o período chuvoso teve os índices ITU e ITGU
10 significativamente mais altos ($p < 0,05$) do que no período seco, o que pode ser explicado
11 pela influência da UR, maior no período chuvoso. Com isso, os índices indicam o
12 período chuvoso como potencialmente mais estressante.

13 Em experimento em que foram mensurados os valores de ITU2 e ITGU,
14 Medeiros et al. (2006), avaliaram cabras Anglo-Nubiana e Parda Alpina, no Rio de
15 Janeiro, entre dezembro e fevereiro (verão chuvoso) e observaram para ambos os
16 índices, valores na faixa crítica, pela manhã (ITU=75,66 e ITGU=75,57) e de perigo, no
17 turno tarde (ITU=81,06 e ITGU=82,13), segundo classificação de Hahn (1985). Neste
18 experimento, considerando apenas o período chuvoso, na maioria dos horários foram
19 encontrados ITU2 e ITGU nas faixas de emergência, estando na faixa de perigo e crítica
20 apenas o primeiro horário da manhã, do ITU2 e ITGU, respectivamente (Tabela 2).
21 Desse modo, no município do Rio de Janeiro, segundo os dois índices, o turno da tarde
22 é mais desconfortável, semelhante ao que ocorre Teresina. Finalmente, nas condições de
23 calor úmido do Rio de Janeiro, foi observado que os animais da raça Parda Alemã, uma

1 raça do tronco europeu, são mais estressáveis que a Anglo-Nubiana, que é do tronco
2 africano (Jardim et al., 1965).

3 Uma vez que a TA isoladamente mostrou-se insuficiente para a predição do
4 potencial estressante do ambiente, devido ao efeito da UR, avaliou-se o ITU, através da
5 fórmula que contempla diretamente a UR (ITU3), buscando encontrar um índice que
6 expresse melhor o potencial estressante do ambiente, com vistas a um futuro
7 mapeamento bioclimático da região Meio-Norte. Os valores médios de ITU3 nos
8 mesmos horários (7-8h) foram: 75,87 no período seco e 80,44 no chuvoso, que se
9 encontram na faixa de alerta (Silva e Turco, 2004) ou respectivamente alerta e perigo
10 segundo Hahn (1985). Tomando por base este horário (7-8h), a diferença entre os
11 valores de ITU3 é muito pequena (5,68%), embora estatisticamente significativa, em
12 comparação à diferença na FR do grupo Azul (Tabela 2) nos dois períodos (123%).
13 Com isso, UR parece insuficientemente contemplada na fórmula, visto que a diferença
14 observada na FR foi muito grande compara a diferença de ITU3 entre os períodos seco e
15 chuvoso. Pode ser também que, por ser uma faixa considerada crítica, ou de alerta e
16 chegando próximo ou passando para a faixa de perigo, a resposta da FR seja assim tão
17 acentuada. É possível ainda que haja outra variável ambiental interveniente não
18 contemplada na fórmula do ITU3. Analisando-se ITU calculado por outras fórmulas
19 (ITU1 e ITU2), o comportamento foi similar, permanecendo uma desproporção entre a
20 variação dos índices e a variação da FR. Faz-se necessário então a busca de novas
21 fórmulas de índices de temperatura e umidade assim como outros modelos de análise
22 estatística que nos mostrem de maneira mais clara essas relações.

23 Com relação à temperatura do globo negro (TGN), aferida à sombra (Tabela 1),
24 observa-se no período chuvoso um valor significativamente crescente até as 15h,

1 permanecendo nesse patamar até as 17-18h. No período seco, o valor foi também
2 crescente e diferiu significativamente até as 17-18h. Assim sendo, a TGN mostra um
3 comportamento semelhante ao da TA, na evolução ao longo do dia, porém com valores
4 absolutos diferentes, devido à influência do calor recebido por radiação, pelo globo
5 negro e da velocidade dos ventos incidindo sobre ele. Na comparação entre os períodos
6 seco e chuvoso, constata-se que a TGN do período seco foi superior à do período
7 chuvoso em todos os horários mensurados. Isto mostra que a carga térmica radiante foi
8 mais intensa no período seco do que no chuvoso. Desse modo, segundo a TGN o
9 desconforto térmico é crescente a partir do primeiro horário (7-8h) atingindo o máximo
10 entre 14 e 15h no período chuvoso e entre 17 e 18h no período seco. A TGN média
11 tomada à sombra, no período seco, entre 13 e 14 horas, em Patos-PB foi de 34,2°C
12 (SANTOS et al., 2004), que está compreendida entre as nossas médias das 10-11h
13 (33,75°C) e das 14-15h (33,75 e 38,00 °C), revela uma condição climática semelhante à
14 nossa. No mesmo local, período e no horário da tarde Santos et al. (2003) encontraram
15 média de TGN de 37,9°C, que corresponde aproximadamente ao nosso resultado das 14-
16 15h (Tabela 1). Não se tem referência da zona de conforto térmico relativa à TGN, os
17 menores valores encontrados neste experimento foram 26,63°C e 27,25°C, para o
18 mesmo horário (7-8h), respectivamente nos períodos chuvoso e seco e esses valores
19 parecem estar próximos do limite superior da zona de conforto, visto que foi nesse
20 horário, que se observou a menor média de FR (20,21 mov/min) e o único valor de FR
21 dentro da faixa de normalidade para a espécie caprina (12 a 25 mov/min), de acordo
22 com Kolb (1974). Porém, paradoxalmente, no período chuvoso, no mesmo horário (7-
23 8h), com TGN significativamente inferior (26,63°C), para uma diferença de 1,5°C, a
24 média de FR (Tabela 5) foi mais que o dobro (45,10 mov/min), demonstrando assim

1 que a TGN é um parâmetro insuficiente para medir o potencial estressante do ambiente.
2 Isso se deve provavelmente ao fato de o TGN não contemplar a umidade relativa do ar
3 (UR), que deve ser a causa da discrepância na resposta da FR a TGN tão próximas.
4 Visando suprir essa deficiência, foi calculado o ITGU, cuja fórmula inclui indiretamente
5 a UR. O ITGU encontrado nos mesmos horários (Tabela 2), foi significativamente
6 maior no período chuvoso (77,39), que no período seco (76,04), o que explica
7 parcialmente a maior FR observada no mesmo horário do período chuvoso. No entanto,
8 a UR parece insuficientemente contemplada na fórmula, visto que a diferença observada
9 na FR (Tabela 4, 7-8h) foi muito grande (123%) comparando a diferença de ITGU entre
10 os períodos seco e chuvoso (1,74%). Pode ser também que, por ser uma faixa
11 considerada crítica, ou de alerta para esse índice (Baeta, 1985), qualquer alteração tenha
12 resposta acentuada. Pode ser ainda que haja outra variável ambiental interveniente não
13 contemplada na fórmula.

14 Analisando os parâmetros fisiológicos, os animais do tipo racial Azul
15 apresentaram, na média geral, independente do período seco ou chuvoso (Tabela 3),
16 frequência respiratória (FR) inferior à da raça Saanen ($P < 0,05$), porém a temperatura
17 retal (TR) foi superior ($P < 0,05$), embora dentro do intervalo da normalidade para
18 espécie (38,5 a 39,7°C, Reece, 1996). A frequência cardíaca (FC) não apresentou
19 diferença entre os grupos genéticos.

20 Em relação à TR nos diferentes horários do dia (Tabela 4), as Saanen tiveram
21 aumento crescente ($P < 0,05$) das 7 até as 17-18 h no período seco, enquanto no chuvoso
22 o aumento ocorreu entre 10 e 14 h, estabilizando às 17 h. Já a TR das Azuis não sofreu
23 alteração significativa ao longo do dia no período chuvoso, ocorrendo este fato apenas
24 no horário de 14 às 17h no período seco. Por outro lado, nos horários de menor TA,

1 entre 7 e 10 horas, no período chuvoso, assim como na média global independente do
2 período (Tabela 4), as Azuis tiveram maior TR que as Saanen.

3 Esse conjunto de resultados indica uma provável menor capacidade de
4 manutenção da TR por parte das Azuis, aparentemente sem que isso resulte em aumento
5 de estresse, visto não ter ocorrido elevação significativa da FR (Tabela 5). Também é
6 possível que, devido ao processo de adaptação às altas temperaturas e seleção natural, as
7 Azuis tenham sofrido uma alteração do seu ponto de regulação (set point) do sistema
8 termorregulador em nível central, ou da sensibilidade dos receptores de temperatura,
9 para um limiar mais alto. Isso é bastante curioso e merece maior investigação, visto que
10 o grupo racial Azul é bastante raro atualmente e pode representar um material genético
11 importante em termos de adaptabilidade climática.

12 Na época chuvosa, os grupos genéticos Saanen e Azul apresentaram uma
13 amplitude na TR de 38,8 a 39,14 e esses resultados são inferiores aos encontrados por
14 Costa et al. (1994), 38,5 a 39,5°C, em caprinos Sem Raça Definida, nos horários de 7 às
15 18 horas. Resultados similares foram apresentados por Martins Junior (2004),
16 pesquisando na região Meio-Norte do Brasil a TR das raças Boer e Anglo-Nubiana em
17 diferentes horários e períodos do ano.

18 A TR dos grupos Saanen e Azul foi significativamente maior ($P < 0,05$) no
19 horário da tarde no período seco, semelhante a outros resultados descritos na literatura
20 para outros grupos genéticos (BRASIL, 1998; SANTOS et al. 2004; SILVA et al., 2004;
21 TURCO et al., 2004a; MARTINS JÚNIOR, 2004; MORAIS et al., 2004). Porém no
22 período chuvoso, as Saanen tiveram maior TR no turno da tarde e as azuis mantiveram-
23 se no mesmo patamar durante todo o dia.

1 No período chuvoso (Tabela 4), somente a raça Saanen teve TR crescente ao
2 longo do dia, enquanto no período seco os dois grupos tiveram diferença entre horários,
3 sendo que nas Saanen a diferença foi significativamente crescente até as 18h. Os dados
4 da raça Saanen estão de acordo com os resultados de Medeiros et al., (2002), que em
5 experimento no estado do Rio de Janeiro, encontraram diferença entre os horários da
6 manhã e tarde, inclusive com a raça Saanen chegando à hipertermia, com média de
7 temperatura de 40,86°C.

8 A FR considerada normal da espécie é de 14 a 25 movimentos por minutos
9 (Kolb, 1974) e assim todas as médias encontram-se acima da faixa de normalidade,
10 exceto a média das azuis no horário de 7-8 h do período seco. Portanto, ambos os
11 grupos genéticos, encontram-se em estresse em quase todos os horários e em ambos os
12 períodos do ano, sendo que as Saanen, em maior grau.

13 Na evolução da FR ao longo do dia (Tabela 5), observa-se que a raça Saanen
14 teve, no período chuvoso, um aumento significativo ($P<0,05$) do horário de 7-8 h para
15 10-11 h, manteve o mesmo patamar às 14-15 h, retornando a um valor intermediário às
16 17-18 h, porém no período seco, não houve o retorno ao valor inicial às 17 h. No grupo
17 Azul tal alteração não foi significativa em nenhum dos períodos.

18 Comparando-se os dois grupos genéticos separadamente nos períodos seco e
19 chuvoso (Tabelas 4 e 5), observou-se que as cabras azuis tiveram, nos horários matinais
20 e na média global do dia, TR e FR maiores no período chuvoso que no seco, enquanto
21 as Saanen só apresentaram diferença significativa no último horário da tarde e com
22 maior temperatura no período seco. Aparentemente, a UR, maior nos primeiros horários
23 do dia, no período chuvoso é o motivo da maior TR e FR nesse período, pela maior
24 dificuldade de perda de calor por evaporação.

1 Segundo Bianca e Kunz (1978) FR, juntamente com a TR são os melhores
2 parâmetros fisiológicos para avaliar a tolerância ao calor, porém a TR só se altera
3 quando os mecanismos de dissipação de calor são ineficientes e por esse motivo, a FR é
4 mais adequada como indicador mais imediato de estresse calórico. Neste trabalho,
5 observamos que nos mesmos horários, o grupo Azul que teve menor FR, que mesmo
6 assim, esteve acima da faixa de normalidade para a espécie (15 a 25 mov/min), segundo
7 Reece (1996)> Pode-se então concluir que os 26°C já representavam o limite da zona
8 de conforto no grupo genético mais tolerante ao calor e que 27,5°C (estatisticamente
9 superior) já desencadeou nos mesmos animais uma forte reação da FR (45,10
10 mov/min), que foi mais que duplicada. Por outro lado, deve-se considerar que no
11 mesmo horário (7-8h), quando a TA estava em 27,5°C, a UR estava significativamente
12 superior (92%) à UR do período seco (74%). Portanto, parte da reação da FR ao
13 aumento de TA deve ser atribuída ao aumento da UR, que está muito acima do valor
14 considerado ideal para qualquer espécie animal, que é 70%, segundo Silva e Turco
15 (2004). Assim, como a UR do período seco (74%) estava próxima do ideal, por permitir
16 boa evaporação, sugere-se a TA de 26°C e UR de 74%, como limites superiores de zona
17 de conforto para esses parâmetros ambientais, para caprinos, considerando-se ainda que
18 essa informação foi obtida do grupo genético mais tolerante ao calor, conforme os
19 resultados demonstram.

20 Conforme a Tabela 6, a frequência cardíaca (FC) dos animais Saanen e Azul
21 não mostrou diferença significativa ($P>0,05$), em nenhum horário, nos períodos chuvoso
22 e seco, porém na média geral, as Saanen tiveram maior FC que as azuis ($P<0,05$) no
23 período seco. Analisando-se ao longo do dia, observa-se que as Saanen não tiveram
24 alteração da FC entre horários e que as azuis apresentaram uma diminuição significativa

1 no final da tarde no período chuvoso e, no período seco, diminuição entre 7 e 10 h,
2 estabilização às 14 h e nova redução entre 14 e 17 h, este resultado sendo o oposto dos
3 trabalhos de Turco et al. (2004a) com caprinos Sem Raça Definida e Martins Junior
4 (2004) com Anglo-Nubiana e Boer, quando observaram FC inferiores pela manhã em
5 comparação com o turno da tarde.

6 Comparando-se a FC de cada grupo genético nos dois períodos, verifica-se que
7 as Saanen tiveram FC maior no período chuvoso que no seco nos dois horários da
8 manhã, enquanto as azuis apenas no horário das 10-11h ($P < 0,05$). As médias de FC
9 estiveram dentro da faixa de normalidade, que está entre 70 a 80 batimentos por
10 minutos (REECE, 1996), na maioria dos horários, com exceção dos horários matinais
11 do período chuvoso. Esses resultados explicam-se em parte, com relação às azuis, pela
12 maior TR nesses horários no período chuvoso, porque a TR alta provoca uma
13 vasodilatação cutânea, que leva a uma queda momentânea da pressão arterial, que por
14 sua vez desencadeia o reflexo barorreceptor e o aumento da FC (ADER, et al., 2006).
15 Quanto às cabras Saanen, que não tiveram aumento da TR no mesmo período, não se
16 tem uma explicação específica, podendo ser devido ao desconforto provocado pela alta
17 umidade ocorrida nesses horários, visto que o desconforto provoca inquietação e
18 aumento da FC.

19 A FC da raça Saanen não sofreu alteração significativa, ao longo do dia durante
20 os períodos chuvoso e seco, porém já as Azuis tiveram uma redução significativa às 17-
21 18h no período chuvoso e a partir das 10 h no período seco ($P < 0,05$). Comparando-se o
22 comportamento do mesmo grupo genético entre períodos, verifica-se que as Saanen
23 tiveram uma menor FC no período seco nos dois primeiros horários do dia e na média

1 geral do dia, enquanto as azuis apresentaram menor FC no período seco no segundo
2 horário (10-11h) e na média geral (Tabela 6).

3 Avaliando conjuntamente os parâmetros fisiológicos temperatura retal,
4 frequência respiratória e cardíaca, Santos et al. (2003), trabalhando com as raças
5 exóticas (Boer e Anglo-Nubiana) e nativas (Moxotó e Pardo-Sertaneja), encontraram
6 valores superiores à tarde, sem diferença entre raças quanto a este comportamento. No
7 mesmo trabalho foi encontrada média para ITGU 77,5 e 85,5 pela manhã e à tarde,
8 respectivamente, o que denota situação de alerta e de emergência segundo Hahn,
9 (1985). Mesmo assim, as raças exóticas e as naturalizadas demonstraram semelhante
10 grau de adaptabilidade às condições do semi-árido Nordeste brasileiro.

11 Silva et al. (2004) em Patos, Paraíba, trabalhando com mestiços de Anglo-
12 Nubiana x Sem Raça Definida, avaliaram o ITGU, ITU e os parâmetros fisiológicos TR,
13 FR e FC, nas épocas fria e seca, e quente e seca. O ITGU esteve entre 77,04 e 84,91,
14 considerando as duas épocas e os dois turnos (manhã e tarde), demonstrando que os
15 animais estavam em situações entre alerta e perigo e no período seco, à tarde, chegaram
16 à situação de emergência (Hahn, 1985; Barbosa & Silva, 1995). O ITU esteve entre 76 e
17 83,5, denotando também situações de alerta e perigo. Mesmo assim, os animais
18 mantiveram-se com TR dentro da faixa de normalidade, entre 38,5 e 39,7 (REECE,
19 1996) e por isso os autores concluíram que animais mantiveram sua homeotermia,
20 caracterizando adaptabilidade às condições climáticas, nas quais foi desenvolvido o
21 estudo. No entanto, apesar da manutenção da homeotermia, a FR esteve entre 28 e 51
22 mov/min, portanto bem acima da normalidade, o que denota estresse térmico. Portanto
23 os resultados de Silva et al. (2004) apontam para conclusões semelhantes às nossas.

1 Em síntese, considerando-se os parâmetros fisiológicos indicadores de estresse,
2 observa-se que para a raça Saanen, a TR não teve, na maioria dos horários, nem na
3 média geral, diferença entre períodos seco e chuvoso, a FR foi maior durante o período
4 seco, no horário de 17-18h e na média geral e a FC foi maior durante o período
5 chuvoso, nos horários da manhã e na média geral do dia. Já para o grupo Azul, a TR,
6 FR (manhã e média geral) e FC (10-11h e média geral) foram maiores no período
7 chuvoso, dando-nos a idéia de que a Azul comporta-se mais de acordo com esses
8 índices de temperatura efetiva e, por isso sofre maior influência da UR, que a raça
9 Saanen. Pode-se inferir também que o grupo Azul tem mecanismos de evaporação mais
10 eficientes e por isso fica menos estressado no período seco, embora com maior TA e
11 TGN. Além disso, já que as azuis têm FR menor que as Saanen (na média geral e
12 maioria dos horários), a eficiência evaporativa poderia ser devido a uma maior
13 capacidade respiratória, porém tendo o perímetro e profundidade do tórax semelhantes
14 (Tabela 3), essa hipótese torna-se pouco provável (Tabela 7). Resta então, ter um maior
15 número de glândulas sudoríparas funcionais, o que deve ser objeto de novas pesquisas.

16 Analisando-se os parâmetros biométricos (Tabela 7), observa-se que os dois
17 grupos de animais estudados tinham valores semelhantes, com exceção do peso
18 corporal, que era superior nos animais da raça Saanen.

19

1 Tabela 1 – Médias das variáveis ambientais (VA) temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro
 2 (TGN), tomadas nos períodos chuvoso (janeiro/fevereiro) e seco (setembro/outubro), em diferentes horários, no momento da
 3 coleta dos parâmetros fisiológicos, no município de Teresina, Piauí, em 2005

VA	Chuvoso				Seco			
	Horário							
	7-8	10-11	14-15	17-18	7-8	10-11	14-15	17-18
TA	27,50±1,29 ^{Ac}	32,37±1,39 ^{Ab}	34,50±1,51 ^{Ba}	34,12±1,83 ^{Ba}	26,00±0,71 ^{Bd}	32,37±1,48 ^{Ac}	36,50±1,47 ^{Aa}	35,12±1,35 ^{Ab}
UR	92,00±0,00 ^{Aa}	75,00±8,71 ^{Ab}	67,25±8,95 ^{Ad}	71,25±8,84 ^{Ac}	74,00±11,36 ^{Ba}	47,00±4,16 ^{Bb}	29,75±9,71 ^{Bc}	29,50±12,12 ^{Bc}
TGN	26,63±0,97 ^{Bc}	31,87±1,44 ^{Bb}	33,12±1,35 ^{Ba}	33,00±1,75 ^{Ba}	27,25±0,84 ^{Ad}	33,75±1,94 ^{Ac}	38,00±2,14 ^{Ab}	38,50±1,67 ^{Aa}

4 ^{A, B} Médias dos parâmetros ambientais seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha, em períodos distintos e mesmo horário, diferem (P<0,05)
 5 pelo teste de SNK.

6 ^{a, b} Médias dos parâmetros ambientais seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha e no mesmo período e horários diferentes, diferem
 7 (P<0,05) pelo teste de SNK.

1 Tabela 2 – Médias dos índices de temperatura e umidade (ITU1, ITU2, ITU3) e índice do globo negro e umidade (ITGU), tomadas nos
 2 períodos chuvoso (janeiro e fevereiro) e seco (setembro e outubro) e, em diferentes horários, sendo realizada no momento da
 3 coleta dos parâmetros fisiológicos, no município de Teresina, PI, 2005

Índice	Chuvoso				Seco			
	Horário							
	7-8	10-11	14-15	17-18	7-8	10-11	14-15	17-18
ITU1	79,48±1,87 ^{Ac}	84,34±1,66 ^{Ab}	86,41±1,31 ^{Aa}	86,59±1,73 ^{Aa}	75,70±1,97 ^{Bd}	81,28±1,32 ^{Bc}	84,61±2,26 ^{Aa}	82,81±1,45 ^{Bb}
ITU2	78,27±1,75 ^{Ac}	83,59±1,58 ^{Ab}	85,72±1,46 ^{Aa}	85,52±1,77 ^{Aa}	74,79±1,56 ^{Bd}	80,71±1,59 ^{Bc}	83,40±1,67 ^{Ba}	81,39±0,99 ^{Bb}
ITU3	80,44±2,21 ^{Ac}	85,68±1,75 ^{Ab}	87,37±1,08 ^{Aa}	87,57±1,39 ^{Aa}	75,87±2,33 ^{Bc}	80,65±1,37 ^{Bb}	82,01±1,57 ^{Ba}	80,40±1,23 ^{Bb}
ITGU	77,39±1,38 ^{Ac}	83,09±1,48 ^{Ab}	84,35±1,39 ^{Aa}	84,40±1,67 ^{Aa}	76,04±1,48 ^{Bd}	82,09±2,09 ^{Bc}	82,90±2,00 ^{Aa}	82,77±1,27 ^{Bb}

4 ^{A, B} Médias dos índices ambientais seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha, em períodos diferentes, diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

5 ^{a, b} Médias dos índices ambientais seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha, no mesmo período e em horários diferentes, diferem (P<0,05)
 6 pelo teste de SNK.

7

1 Tabela 3 - Médias de frequência respiratória (FR), em mov./min, frequência cardíaca
 2 (FC), em batimento/min. e da temperatura retal (TR), em °C, da raça Saanen
 3 e do grupo racial Azul, independente da época chuvosa e seca, em
 4 diferentes horários de coleta, no município de Teresina, Piauí, 2005

Horários	Saanen	Azul	Saanen	Azul	Saanen	Azul
	FR		FC		TR	
7-8	56,92±23,65 ^{Ab}	32,65±20,46 ^{Ba}	76,13±14,98 ^{Aa}	80,87±18,66 ^{Aa}	38,69±0,31 ^{Bb}	38,94±0,42 ^{Aa}
10-11	86,25±25,97 ^{Aa}	38,14±23,63 ^{Ba}	77,78±14,84 ^{Aa}	75,08±15,99 ^{Aa}	38,79±0,29 ^{Abc}	38,88±0,33 ^{Aa}
14-15	90,50±26,67 ^{Aa}	47,50±21,58 ^{Ba}	77,01±10,86 ^{Aa}	72,21±14,00 ^{Aa}	39,09±0,25 ^{Aa}	39,17±0,31 ^{Aa}
17-18	79,71±32,03 ^{Abc}	32,64±15,46 ^{Ba}	74,14±11,47 ^{Aa}	69,57±12,78 ^{Aa}	39,35±0,36 ^{Aa}	39,19±0,38 ^{Ba}
Média geral	78,35±30,02 ^A	37,73±21,25 ^B	76,26±13,16 ^A	74,43±15,98 ^A	38,98±0,39 ^B	39,05±0,40 ^A

5 ^{A, B} Médias dos parâmetros fisiológicos, comparados entre raças, em diferentes horários
 6 seguidas de letras maiúsculas distintas diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

7 ^{a, b} Médias dos parâmetros fisiológicos na mesma raça em diferentes horários seguidas de letras
 8 minúsculas distintas diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

1 Tabela 4 – Médias de temperatura retal, em °C, para animais da raça Saanen e do grupo
 2 racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes horários de coleta,
 3 no município de Teresina, Piauí, em 2005

Horário (h)	Chuvoso		Seco	
	Saanen	Azul	Saanen	Azul
7-8	38,81±0,26 ^{Ab2*}	39,14±0,29 ^{Aa1}	38,56±0,31 ^{Aa4}	38,74±0,45 ^{Ba2}
10-11	38,81±0,30 ^{Ab2,3}	39,03±0,27 ^{Aa1}	38,77±0,28 ^{Aa3}	38,73±0,33 ^{Ba2}
14-15	39,07±0,27 ^{Aa1}	39,14±0,24 ^{Aa1}	39,10±0,24 ^{Aa2}	39,19±0,37 ^{Aa1}
17-18	39,14±0,29 ^{Ba1}	39,12±0,33 ^{Aa1}	39,55±0,30 ^{Aa1}	39,25±0,41 ^{Ab1}
Média geral	38,96±0,31 ^{Aa}	39,11±0,28 ^{Ab}	39,00±0,47 ^{Aa}	38,98±0,46 ^{Ba}

4 ^{A, B} Médias na mesma raça em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas
 5 distintas diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

6 ^{a, b} Médias das raças no mesmo período seguidas de letras minúsculas distintas diferem
 7 (P<0,05) pelo teste de SNK.

8 ^{1, 2, 3} Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo
 9 teste de SNK.

10

11

1 Tabela 5 - Médias de frequência respiratória (mov. /min), para a raça Saanen e o tipo
 2 racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes horários de coleta,
 3 no município de Teresina, Piauí, 2005

Horário (h)	Chuvoso		Seco	
	Saanen	Azul	Saanen	Azul
7-8	58,82±24,75 ^{Aa2*}	45,10±22,37 ^{Aa1}	55,03±22,79 ^{Aa2}	20,21±5,61 ^{Bb1}
10-11	84,85±25,77 ^{Aa1}	47,89±29,48 ^{Ab1}	87,64±26,55 ^{Aa1}	28,39±8,40 ^{Bb1}
14-15	83,39±25,24 ^{Aa1}	45,89±22,05 ^{Ab1}	97,60±26,59 ^{Aa1}	49,10±21,38 ^{Ab1}
17-18	67,57±33,59 ^{Ba2}	35,82±16,83 ^{Ab1}	91,85±25,59 ^{Aa1}	29,46±13,52 ^{Ab1}
Média Geral	73,66±29,33 ^{Ba}	43,67±23,28 ^{Ab}	83,03±30,09 ^{Aa}	31,79±17,15 ^{Bb}

4 ^{A, B} Médias da mesma raça em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas
 5 distintas diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

6 ^{a,b} Médias das duas raças no mesmo período seguidas de letras minúsculas distintas
 7 diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

8 (*) Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo teste
 9 de SNK.

10

11

1 Tabela 6 – Médias de frequência cardíaca, em batimentos por minuto, para a raça
 2 Saanen e tipo racial Azul, nos períodos chuvoso e seco em diferentes
 3 horários de coleta, no município de Teresina, Piauí

Horário (h)	Chuvoso		Seco	
	Saanen	Azul	Saanen	Azul
7-8	83,85±15,87Aa1*	85,50±18,85Aa1	68,42±9,04 Ba1	76,25±17,61Aa1
10-11	83,28±16,19Aa1	81,17±16,38Aa1	72,28±11,13Ba1	69,00±13,25Ba1,2
14-15	79,57±10,75Aa1	76,64±14,99Aa1	74,46±10,56Aa1	67,78±11,57Aa1,2
17-18	75,82±13,42Aa1	74,21±17,61Aa1,2	72,46±9,05Aa1	64,92± 9,10Aa2
Média Geral	80,63±14,41Aa	79,38±16,59Aa	71,91±10,09Ba	69,49±13,73Bb

4 ^{A, B} Médias na mesma raça em diferentes períodos seguidas de letras maiúsculas distintas
 5 diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

6 ^{a, b} Médias entre as raças no mesmo período seguida de letras minúscula distintas diferem
 7 (P<0,05) pelo teste de SNK.

8 (*) Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo teste de
 9 SNK.

10

11

1 Tabela 7 – Média dos parâmetros biométricos das raças Saanen e Azul, Teresina, Piauí, em 2005

Raças	Biometria							
	Abertura torácica	Perímetro torácico	Profundidade torácica	Altura da cernelha	Abertura do ísqquo	Abertura do ílio	Comprimento Do animal	Peso corporal
Saanen	15,37±1,64 ^A	71,57±5,91 ^A	27,56±2,48 ^A	55,91±4,20 ^A	13,56±1,69 ^A	19,60±2,01 ^A	61,09±6,43 ^A	35,63±6,74 ^A
Azul	15,34±0,98 ^A	70,43±5,85 ^A	24,79±3,56 ^A	56,07±2,53 ^A	12,47±1,09 ^A	17,88±1,54 ^A	59,63±4,34 ^A	28,29±6,24 ^B

2 ^{A, B} Médias seguidas por letras maiúscula distintas diferem pelo teste de SNK para $\alpha=0,01$

3

2.4. Conclusões

1

2

3 A Temperatura do Ar e a Temperatura de Globo Negro mostram-se
4 insuficientes para a predição do potencial estressante do ambiente, na Região Meio-
5 Norte do Brasil, visto que não contemplam o efeito da UR, que se torna muito
6 relevante em TAs acima da zona de conforto térmico, onde a perda de calor por
7 evaporação adquire importância fundamental na manutenção da homeotermia.

8 Os índices de temperatura e umidade e de globo negro e umidade não
9 contemplam suficientemente a umidade relativa do ar e talvez algum outro fator
10 interveniente, visto que as alterações da frequência respiratória são muito mais
11 marcantes que as alterações dos índices.

12 Baseado nos dados de Temperatura ambiente, Temperatura de Globo Negro,
13 índices de temperatura e umidade e Índice de Globo Negro e Umidade, pode-se concluir
14 que o ambiente climático de Teresina-PI, está sempre fora da zona de conforto para os
15 caprinos, exceto no horário de 7-8 da manhã, no período seco.

16 Os resultado de Temperatura retal demonstram que os animais, de ambas as
17 raças, mantiveram a homeotermia em todos os horários e períodos pesquisados, embora
18 com diferenças significativas e ocasionais entre períodos, entre horários e entre grupos
19 genéticos.

20 O grupo racial Azul apresentou maior dificuldade que a raça Saanen na
21 manutenção da temperatura corporal no período (chuvoso) e nos horários de maior
22 umidade relativa do ar.

23 As médias de frequência respiratória revelam que ambos os grupos genéticos,
24 estiveram em estresse calórico, na quase totalidade dos horários pesquisados, sendo que

1 para a raça Saanen foram todos os horários e para as azuis houve exceção do horário de
2 7-8h no período seco.

3 Os dados de frequência respiratória revelam que as cabras da raça Saanen
4 sofreram maior grau de estresse térmico, em quase todos os horários pesquisados, com
5 exceção do horário de 7-8 da manhã no período chuvoso.

6 As médias frequência cardíaca demonstram que esse parâmetro fisiológico não
7 é um indicador sensível de estresse calórico, tendo relação apenas indireta com o calor
8 ambiente.

9 Os parâmetros fisiológicos, tomados em conjunto indicam que animais do tipo
10 racial Azul apresentaram maior tolerância ao clima de Teresina, apresentando menor
11 grau de estresse.

12 As médias de temperatura retal permitem inferir que o grupo Azul tem
13 mecanismos de evaporação mais eficientes e por isso esses animais ficam menos
14 estressados no período seco, com menor frequência respiratória, o que sugere terem um
15 eficiente mecanismo de evaporação cutânea.

16

17 **2.5. Referências Bibliográficas**

18

19 ADER, J-L; DINH-XUAN, A.T.; DUCLOS, M; KUBIS. N; MERCIER, J;MION, F;
20 PRÉFAUT, C; ROMAN, S. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006.p.25.

21 BAËTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of**
22 **temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. Missouri: 1985.
23 Thesis (Ph.D) – University of Missouri, 1985.

- 1 BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. **Índice de conforto térmico**. B. Industr. Anim., N.
2 Odessa, 52, n. 1, p. 29-35, 1995.
- 3 BENÍCIO, T. M. A.; SOUZA, B.B. Determinação do índice de conforto térmico para
4 animais domésticos no município de Patos-PB. IN: ENCONTRO DE INICIAÇÃO
5 CIENTÍFICA DA UFPB, 9., 2001, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2001. p. 9.
- 6 BAÊTA, F. C. Responses of lacting dairy cows to the ombined affects of temperature,
7 humidity and wind velocity in the warm season. Missouri, CO: University Missouri,
8 210p. 1985 (PhD D. Thesis).
- 9 BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reaction of three breeds of goats to cold, heat
10 and high altitude. **Livestock production Science**, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
- 11 BRASIL, L. H. A.; WECHESLER, F. S.; BACARI JÚNIOR, F.; GONÇALVEIS, H.
12 C.; BONASSI, I. A.. et al. Respostas termorreuladoras de cabras Parda Alpina
13 submetida a estresse térmico. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
14 ZOOTECNIA, 25., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998
- 15 BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. et al. Black globe-
16 humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASE**,
17 Michigan, v.24, n.3, p. 711-714, 1981.
- 18 BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTO, G. H. Shede management
19 systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of**
20 **Agricultural Engineers**, 1982. 16p.
- 21 COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; W. W. Influences of environment and modification on
22 dairy animal helth and production. **Jornal Dairy Research**, Champaign, v. 65, p. 2213-
23 2227, 1982.

- 1 COSTA, A. P. R.; ABREU, M. L. T. Frequência respiratória, temperatura retal e
2 frequência cardíaca em função dos elementos do clima. In: CONGRESSO
3 BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23., 1994, Olinda. **Anais...** Olinda:
4 CRMV-PE, 1994. p.3.
- 5 COSTA, A. P. R.; MARTINS JUNIOR, L. M.; AZEVEDO, D. M. M. R. et al.
6 Frequência cardíaca de caprinos Bôer e Anglo-Nubiana no período seco e chuvoso em
7 Timon, Maranhão. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3.,
8 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SNPA, 2004.
- 9 HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments.** In:
10 *Stress Physiology in Livestock* (M. K. Yousef, ed.), vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press,
11 1985.
- 12 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Anuário**
13 **Estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro:IBGE, 2002.
- 14 IGONO, M. O.; BJOTVET,G.; STANFORD-GRANE, H. T. Environmental profile and
15 critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climater.
16 **International Journal Biometeorology**, Heidelberg, v. 365, p.77-87, 1992.
- 17 JARDIM, W. R. **Criação de caprinos.** 11 ed. São Paulo: Nobel. 1987. 240p.
- 18 LU, Effects of heat stress on goat production. **Small Ruminant Research**, Oklahoma,
19 v. 2, p.151-162,1989.
- 20 KOLB, E. **Fisiologia veterinária.** Zaragoza: Acríbia, 1974. p. 595 e 718.
- 21 MARTINS JÚNIOR, L. M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana as**
22 **condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil.** Teresina: 2004. 91f.
23 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina,
24 2004.

- 1 McDOWELL, R. E.; JOHNSTON, J. E. Research under field conditions. In:
2 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **A guide to environmental research on**
3 **animals**. Washington,1971. Chap. 8, p. 306-359.
- 4 MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R. et al. Estimativa da
5 tolerância ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de
6 Janeiro, v.24, nº1, p. 30-35, 2002.
- 7 MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; RORIGUES, V. C. et al. Reações fisiológicas de
8 caprinos de diferentes raças mantidos à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente
9 sombreado. **Revista Brasileira de Medicina veterinária**, Rio de Janeiro, v.28, n.2, p.
10 82-88, 2006.
- 11 MORAIS, D. P. E.; BENTO, C. A. P.; SOUSA JUNIOR, S. C. et al. Efeito da época do
12 ano sobre característica termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em região
13 semi-árida. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004,
14 Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SNPA, 2004.
- 15 OMETTO, J.C. **Bioclimatogia Vegetal**. São Paulo: CERES, 1981, 440p.
- 16 REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 1996. p.137-254.
- 17 ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; CARDOSO, F.S.; NASCIMENTO, H. T. S.;
18 CARDOSO, F. S.; SANTOS, P. A. C.; ALMEIDA, E. C. S.; OLIVEIRA, L. S..
19 Frequência cardíaca das raças Marota e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In:
20 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FAPEPI, 1, 2005, Teresina, **Anais...**
21 Teresina: FAPEPI, 2005b.
- 22 ROSENBERG,N.J.; BLAD, B. L.; VERNA, S. B. **Microclimate: thebiological**
23 **environment**. 2.ed. New York: Wiley – Interscience Publication, 1983. 495p.

- 1 SANTOS, F. B.; ACOSTA, A. A. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; PIMENTA
2 ILHO, E. C. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos exóticos (Boer e
3 Anglo-Nubiana) e naturalizados (Moxotó e Pardo Sertanejo) sob as condições de clima
4 semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE
5 CORTE, 2.,2003, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SIMCORTE, 2003.
- 6 SANTOS, C.C.; BONOMO, P.; CEZÁRIO, A. S.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.;
7 SILVA, H. G. O.; MATOS, R. S. Respostas fisiológicas de cabras da raça Saanen
8 expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA
9 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...**
10 Campo Grande: SBZ, 2004.
- 11 SANTOS, F. C. B.; SOUSA, B. B.; ALFARO, C. E. et al. Adaptabilidade de caprinos
12 exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Ciência**
13 **Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 142 -149, 2005.
- 14 SANTOS, F. S. M.; ROCHA, R. R. C.; NASCIMENTO, H. T. S. et al. Frequência
15 respiratória das raças Marota e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In:
16 ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FAPEPI, 1, 2005, Teresina,
17 **Anais...**Teresina: FAPEPI, 2005a.
- 18 SILVA T.G.F e TURCO, S.H.N. Zoneamento bioclimático de caprinos e ovinos no
19 estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
20 ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...**: SBZ, 2004. 1 CD.
- 21 SILVA, G. A.; SOUSA, B. B.; ALFARO, C. E. et al. Efeito da época do ano e do turno
22 sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no semi-árido paraibano. In: REUNIÃO
23 ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo
24 Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

- 1 SOUZA, B. B.; BRITO, S.; SANTOS, J. R. S.; MARTINS, M. C. F.; BATISTA, H. J.
2 C.; SANTOS, A. M.. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos Moxotó e
3 ovinos Santa Inês sob as condições semi-árido através de respostas termorreguladoras e
4 gradientes térmicos. In: CONGRESO PERNAMBUCANO DE MEDICINA
5 VETRINÁRIA, 5., 2003, Recife. **Anais...** Recife: 2003. p. 286-287.
- 6 SILVA, G. A.; SOUSA, B. B.; ALFARO, C. E.; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO
7 NETO, J.; AZEVEDO, S. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B.; SILVA, R. M. N.
8 Efeito da época do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no
9 semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
10 ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- 11 THOM, E.C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating.
12 Transactions Amer Soc. **Heating, refrigerating and Air-Conditioning**, Engrs. v.55, p.
13 65-72, 1958
- 14 TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; BADE, P. L.; SANTOS, L. F. C.; SILVA, T. G.
15 F. Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamento a céu aberto, nas
16 condições climáticas do semi-árido nordestino. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE
17 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo
18 Grande:SBZ, 2004a.
- 19 TURCO, S. H. N.; SILVA, T. G. F.; SANTOS, L. F. C. et al. Zoneamento bioclimático
20 para caprinos e ovinos no estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOIEDADE
21 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:
22 SBZ, 2004b. 1CD.
- 23 VALTORTA, S. E.; GALLARDO, M. El estrés por calor en producción lechera. **Temas**
24 **de producción Lechera**, n.81, p. 85-112, out 1996.

3. CAPÍTULO II

Adaptabilidade Climática de Caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil

Raimundo Rômulo Costa Rocha^I, Amilton Paulo Raposo Costa^{II}, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo^{III}, Hoston Tomás Santos do Nascimento^{IV}

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar a adaptabilidade de caprinos Saanen e Azul às condições climáticas do Meio-Norte do Brasil, submetendo-se para isto fêmeas adultas e vazias a três diferentes testes: Ibéria, Benezra e Rainsby. Nos dois primeiros testes foram utilizadas sete fêmeas de cada grupo, enquanto que no terceiro, quatro fêmeas. Foram realizadas quatro coletas em cada período, chuvoso (janeiro/fevereiro) e seco (setembro/outubro) de 2005. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em fatorial (2 raças e 2 períodos), realizando-se análise de variância seguida do teste de Dunnett para o teste de Rainsby e de Student-Neuman-Keuls para os demais testes, todos a 5% de probabilidade. Os valores do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC) do Teste de Ibéria no período chuvoso, para Saanen e Azul (Saanen=95,47 e Azul=93,70) não diferiram significamente ($P>0,05$), porém no período seco (Saanen=97,65 e Azul=94,31), houve diferença estatística significativa ($P<0,05$) entre os dois grupos. Houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os coeficientes de

^I Mestre em Ciência Animal pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

^{II} Prof. Dr. do Departamento de Morfofisiologia Veterinária do Centro de Ciências Agrárias – UFPI.

^{III} Dra. Pesquisadora da EMBRAPA Meio-Norte.

^{IV} Dr. Pesquisador da EMBRAPA Meio-Norte.

1 adaptabilidade 1 do teste de Benezra, tanto no período chuvoso (Saanen=4,86 e
2 Azul=3,29) quanto no seco (Saanen=5,36 e Azul=2,67). No teste de Rainsby, as Saanen
3 retornaram ao valor de repouso da temperatura retal 40 minutos após o exercício, no
4 período chuvoso, porém, no período seco, 100 minutos não foram suficientes para que
5 as mesmas atingissem a temperatura de repouso. Já o grupo Azul, retornou à
6 temperatura de repouso tanto no período chuvoso quanto no seco, respectivamente, aos
7 20 e 40 minutos após o início do exercício. Desta forma, conclui-se que os caprinos do
8 grupo racial Azul têm maior adaptabilidade às condições do Meio-Norte, pois
9 conseguiram manter sua TR, com menor FR e assim demonstraram maior capacidade de
10 dissipação de calor, embora quando expostos ao sol absorvam maior quantidade de
11 radiação, o que provavelmente poderá ser amenizado pela disponibilidade de
12 sombreamento na pastagem.

13

14 **Palavras-chave:** adaptação, bioclimatologia, estresse térmico, índices, parâmetros
15 fisiológicos

16

17 **Saanen and Azul Goats Climatic adaptability in the Mid-North of Brazil**

18

19 **Abstract**

20

21 This work had for objective to evaluate of Saanen and Azul goats adaptability
22 to the climatic conditions of the Mid-North of Brazil, submitting adult and empty
23 females to three different tests: Iberia, Benezra and Rainsby. In the two first test, four
24 females were used. Two collects in the rainy period (January/February) and two collects

1 in the dry (September/October) had been carried through year 2005. The experiment
2 was carried out through a complete randomized in a factorial schedule (2 races and 2
3 periods), with variance analysis followed of the test of Dunnett for the test of Rainsby
4 and Student-Neuman-Keuls for the Ibéria and Benezra tests, all 5%. The heat Tolerance
5 Coefficient (HTC) for the Iberia test in the rainy period for Saanen goat was 95.47 and
6 Azul goat was 93.70. they were not different ($P>0,05$), however in the dry period
7 (Saanen=97,65 and Azul=94,31), there were significant difference ($P<0,05$) between the
8 two groups. There were significant difference ($P<0,05$) between adaptability
9 coefficients for the Benezra test, in the rainy period for Saanen (4,86) and Blue goats
10 (3,29) such as in the dry period (Saanen=5,36 and Blue goats=2,67). In the Rainsby test,
11 the Saanen goat returned to the rest retal temperature 40 minutes after the exercise, in
12 the rainy period, however, in the dry period, 100 minutes had not been enough to the
13 Saanen goats reached the rest temperature respectively; 20 and 40 minutes after the
14 beginning of the exercise. From this bahavion we could conclude: Azul goats have
15 greater adaptability to the Mid-North condicions, therefore its maintained the retal
16 temperature with lower respiratory frequence and they had thus demonstrated a greater
17 capacity of heat waste, although, when displayed to the sun they absorb greater amount
18 of radiation, what probably it could be reduced by the availability of sombreament in
19 the pasture.

20

21 **Key words-:** adaptation, bioclimatology, estress thermal, indices, physiological
22 parameters

23

3.1. Introdução

A região Nordeste possui o maior efetivo de caprinos do Brasil, entretanto, existem entraves ao melhor desempenho desses animais, tais como deficiência no manejo alimentar, reprodutivo e sanitário. Além disso, nessa região há predominância do sistema extensivo de criação, que predispõe os animais a condições de temperatura e umidade inadequadas em determinadas épocas do ano.

Considerando que a produtividade ou mesmo a sobrevivência do animal depende principalmente de sua capacidade em manter sua temperatura corporal dentro de certos limites independente das variações de temperatura do ambiente (homeotermia) (JOHNSON, 1987), pesquisas referentes às condições climáticas associadas com parâmetros fisiológicos como temperatura retal e frequências cardíaca e respiratória são importantes para se conhecer a adaptabilidade dos animais criados em determinada região, servindo ainda para comparar caprinos exóticos aos considerados nativos (COSTA; ABREU, 1994; SANTOS et al., 2003; SILVA et al., 2003; TURCO et al., 2004).

Além destes parâmetros fisiológicos e com base nos mesmos, testes ou provas de adaptabilidade ou de tolerância ao calor têm sido realizados, com o intuito de facilitar a mensuração da adaptabilidade de determinado animal ou grupo genético, através de sua capacidade em manter sua homeotermia. Estes testes são utilizados principalmente na espécie bovina (MAGALHÃES et al., 1998), provavelmente em decorrência de terem sido desenvolvidos originalmente para a mesma (MULLER, 1982), embora já tenham sido utilizados em outras espécies como caprinos (MARTINS JÚNIOR, 2004) e eqüinos (OLIVEIRA, 2006).

1 estado clínico e nutricional, com peso médio de 35,63 e 28,29 kg, respectivamente para
2 a raça Saanen e para o grupo racial Azul.

3

4 **Teste de Ibéria**

5 O teste de Ibéria ou Rhoad (adaptado por ROCHA, 2005) foi realizado para
6 determinação do coeficiente de tolerância ao calor (CTC). Sete animais de cada grupo
7 racial, escolhidos ao acaso, foram expostos ao sol durante 30 minutos, em dois horários
8 distintos: 10 e 15 horas, com a temperatura ambiente variando de 29,5 e 35°C, de acordo
9 com a recomendação para a realização do teste (MULLER, 1982).

10 A temperatura retal (TR), em °C, dos animais foi aferida com a utilização de
11 termômetro digital introduzido no reto do animal, onde permanecia até o sinal sonoro de
12 estabilização da temperatura.

13 As coletas de dados foram realizadas, uma vez a cada quinze dias, durante dois
14 meses, no período chuvoso (janeiro e fevereiro) e seco (setembro e outubro) de 2005.

15 A fórmula utilizada para determinar o CTC foi: $CTC = 100 - [18 (TR - 39,1)]$,
16 onde CTC = Coeficiente de tolerância ao calor; 100 = eficiência máxima em manter a
17 temperatura corporal em 39,1°C; 18 = constante; TR = temperatura retal média final;
18 39,1°C = temperatura retal média considerada normal para caprinos (REECE, 1996;
19 MARTINS JUNIOR, 2004).

20 Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2
21 (duas raças x dois períodos), com sete repetições, sendo as análises realizadas
22 utilizando-se o logiciário estatístico SAS (1997) e o teste de Duncan a 5% de
23 probabilidade para diferenciação entre médias.

24

1 **Teste de Benezra**

2 Os mesmos animais utilizados no teste anterior, em número de sete, foram
3 também submetidos ao teste de Benezra, para determinação do coeficiente de
4 adaptabilidade 1 (CA1), realizado de acordo com as recomendações de Muller (1982).

5 O teste foi realizado sempre no horário entre 14 e 15 horas, uma vez a cada 15
6 dias, quatro vezes em cada período (seco e chuvoso). Todos os animais foram mantidos
7 à sombra, em um dia ensolarado com a temperatura ambiente variando de 29,5 a 36°C.
8 O CA1 foi obtido através da fórmula: $CA1 = TR/39,1 + FR/19$, onde CA1 = Coeficiente
9 de adaptabilidade do teste de Benezra; TR = temperatura retal, em °C; FR = frequência
10 respiratória, em movimentos por minuto; 39,1 = temperatura retal considerada normal
11 para caprinos; 19 = frequência respiratória normal para caprinos. O valor obtido foi
12 comparado a 2, que ocorre quando os parâmetros fisiológicos utilizados na fórmula não
13 se alteram em relação ao normal.

14 A temperatura retal (°C) foi mensurada através do mesmo procedimento
15 anteriormente descrito para o teste de Ibéria. A frequência respiratória (movimentos
16 respiratórios/minuto) foi obtida através da observação dos movimentos do flanco direito
17 dos animais, durante um minuto.

18 Visando aumentar a capacidade de detecção do teste, acrescentou-se à fórmula
19 anterior a frequência cardíaca e obteve-se o coeficiente de adaptabilidade 2 ($CA2 =$
20 $TR/39,1 + FR/19 + FC/75$). A frequência cardíaca foi mensurada através da contagem
21 dos batimentos cardíacos por minuto, com a utilização de um estetoscópio, durante 1
22 minuto. A frequência cardíaca normal para caprinos foi considerada 75
23 batimentos/minuto sendo este valor utilizado na fórmula para CA2. O novo coeficiente
24 foi então comparado ao valor 3.

1 No teste de Benezra foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em
2 esquema fatorial 2 x 2 (2 grupos genéticos x 2 períodos), com 7 repetições. A análise
3 estatística foi realizada com a utilização do SAS (1997) sendo as diferenças entre
4 médias comparadas pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

5
6 **Teste de Rainsby**

7 O teste de Rainsby (MULLER, 1982) consistiu em recolher ao aprisco quatro
8 animais de cada grupo genético, escolhidos ao acaso, na noite anterior ao teste e, na
9 manhã seguinte, mensurar TR. Após esta primeira mensuração os animais foram
10 submetidos a exercício físico intenso (corrida), durante 10 minutos, determinando-se
11 novamente a TR para verificar se a mesma atingiu 40°C ou superior. Em caso negativo,
12 o animal era novamente submetido a mais 10 minutos de exercícios físicos até que
13 atingisse a TR igual ou superior a 40°C.

14 Tendo todos os animais atingido TR de 40°C, aferiu-se a TR a cada 20 minutos
15 até os 100 minutos. O tempo necessário para o retorno à temperatura inicial representou
16 a capacidade dos animais dissiparem o calor produzido durante o exercício físico. Este
17 teste foi repetido quatro vezes em cada período avaliado.

18 Utilizando-se a mesma metodologia e animais do teste de Rainsby foi coletada
19 também a FR, com a finalidade de confirmar os resultados obtidos para o teste quanto à
20 adaptabilidade das duas raças, verificando-se o tempo necessário para a FR retornar ao
21 valor inicial de repouso pré-exercício.

22 O delineamento estatístico utilizado no teste de Rainsby foi o inteiramente
23 casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (2 grupos genéticos x 2 períodos), com 4
24 repetições. A análise estatística foi realizada com a utilização do SAS (1997) sendo as
25 diferenças entre médias comparadas pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

3.3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para o coeficiente de tolerância ao calor, segundo o teste de Ibéria, apresentados na Tabela 1, mostram que no período chuvoso os dois grupos genéticos comportaram-se de maneira similar, porém no período seco, a raça Saanen demonstrou maior tolerância à exposição ao sol ($P<0,05$), visto que seu coeficiente de tolerância ao calor (CTC) esteve mais próximo de 100.

O melhor desempenho dos Saanen em relação aos caprinos Azul neste teste deve-se provavelmente à sua pelagem branca, com alto poder reflexão dos raios solares e assim, evitando a transferência do calor radiante para o corpo dos animais. Isso é corroborado pelos resultados observados em caprinos nativos de cor branca, nos quais não houve alteração significativa da temperatura retal (TR), verificando-se menor frequência respiratória (FR) em relação aos animais de cor preta, quando expostos ao sol (Pant et al., 1985), mostrando que os caprinos brancos tiveram menor esforço para manter a homeotermia.

Paradoxalmente, Medeiros et al. (2002) aplicaram a cabras das raças Saanen, Parda Alemã e Anglo-Nubiana, o teste descrito por Rauschenbach & Yerokhin (1975), que consiste em um índice de tolerância ao calor (ITC) calculado pela fórmula: $ITC=2(0,5)t_2-10dt+30$, onde t_2 é a temperatura do ar e dt é a diferença entre a temperatura corporal dos animais, expostos ao sol, pela manhã (7h) e à tarde (14h). Os autores observaram que a raça Saanen obteve índice inferior ao da Anglo-Nubiana e próximo ao da Parda Alemã (Saanen=67,90; Parda Alemã=70,70 e Anglo-Nubiana=76,90). Portanto, apesar da pelagem branca, as Saanen apresentaram desempenho inferior ao da Anglo-Nubiana. Este resultado é aparentemente contraditório em relação ao resultado

1 do teste de Ibéria (Tabela 2), porém deve ser considerado que este último experimento
2 foi realizado em Teresina no período seco, com umidade relativa entre 29,5 e 29,75%
3 no turno da tarde, enquanto que o experimento de Medeiros et al. (2002) foi conduzido
4 com umidade entre 50 e 75% no estado do Rio de Janeiro. Uma vez que ambos os
5 experimentos foram realizados em temperaturas ambientais acima da zona de conforto
6 térmico (33°C no Rio de Janeiro e 35-36°C em Teresina), a evaporação torna-se um item
7 determinante para o desempenho e a umidade mais alta diminui a eficiência da
8 evaporação.

9 Seguindo a mesma tendência deste experimento, Martins Junior (2004),
10 estudando as raças Anglo-Nubiana e Boer na região Meio-Norte do Brasil nos períodos
11 seco e chuvoso, com o objetivo de verificar o coeficiente de tolerância ao calor (CTC),
12 através do teste de Ibéria, não observaram diferenças significativas entre as raças no
13 período chuvoso, porém no período seco, verificaram uma melhor resposta adaptativa
14 da raça Boer ($P < 0,05$), que tem predominância de pelagem branca.

15 Santos et al. (2004), em experimento realizado em Patos, Paraíba, com as raças
16 Boer e Anglo-Nubiana; e Moxotó e Parda Sertaneja, com os animais na sombra e após
17 60 minutos de exposição ao sol, verificaram que não houve diferença significativa entre
18 as raças ($P > 0,05$) no período seco, quanto à temperatura corporal à sombra. Todavia,
19 com a exposição desses animais ao sol, as TR das raças nativas foram inferiores às das
20 raças exóticas, e estas tiveram TR equivalentes entre si.

21 Em relação ao Coeficiente de Adaptabilidade 1 (CA1) (Tabela 2), o grupo
22 racial Azul obteve índice mais próximo do ideal (2), que a raça Saanen, indicando maior
23 adaptabilidade ao clima quente, tanto no período chuvoso quanto no seco. Em
24 condições climáticas semelhantes, também na Região Meio-Norte do Brasil, as raças

1 exóticas Boer e Anglo-Nubiana foram submetidas ao teste de Benezra, por Martins
2 Júnior (2004), que verificou maior adaptabilidade da raça Boer no período seco e da
3 Anglo-Nubiana no período chuvoso, provavelmente devido a maior eficiência da raça
4 Boer que perde calor por evaporação no período seco, com maior temperatura ambiente
5 e menor umidade.

6 Incluindo a frequência cardíaca (FC) na fórmula para determinação do
7 coeficiente de adaptabilidade 2 (CA2) e comparando-se os resultados obtidos (Tabela
8 3), não se verificou alteração do resultado final, confirmando a maior adaptabilidade do
9 tipo Azul às condições em que o teste foi realizado. O mesmo teste foi aplicado na
10 Região Meio-Norte do Brasil, por Martins Júnior (2004) e demonstrou maior
11 adaptabilidade da raça Boer no período seco, porém não houve diferença entre as raças
12 no período chuvoso, confirmando o indicativo de maior eficiência dos Boer na perda de
13 calor por evaporação no período seco. Talvez isso se deva à origem africana da Boer,
14 enquanto a Anglo-Nubiana, embora de tronco africano, sofreu processo de seleção na
15 Europa (Inglaterra), o que dá a ela certa semelhança com a raça Saanen, utilizada neste
16 trabalho.

17 Na tabela 4, observa-se que a Raça Saanen retornou a TR ao valor de repouso
18 aos 40 minutos após o exercício, no período chuvoso e não retornou até os 100 minutos,
19 no período seco. Quanto ao grupo racial Azul, retornou à TR de repouso aos 20 min no
20 período chuvoso e aos 40 min no período seco. Isso mostra a maior capacidade do
21 grupo Azul de dissipar calor, de forma mais rápida. Considerando que o teste foi
22 realizado no turno da manhã (7 às 10h), quando a temperatura ambiente (TA) ainda
23 estava amena (27,5 e 32,37°C no período chuvoso e 26-32,37°C no período seco) e
24 umidade relativa (UR) alta (92 e 75% no chuvoso) e intermediária no período seco (74 e

1 47%), as perdas de calor por radiação e convecção eram possíveis, visto que a TA
2 estava menor que a temperatura corporal dos animais. Quanto à evaporação, também era
3 possível visto que a UR esteve sempre abaixo de 100%, no entanto no período chuvoso
4 as condições eram mais desfavoráveis. Nessas condições climáticas, as perdas de calor
5 foram provavelmente uma resultante dos três mecanismos, sendo que no período seco o
6 componente evaporativo deve ter sido predominante. Assim sendo, os animais Saanen,
7 que não conseguiram retornar à temperatura inicial em 100 minutos no período seco,
8 demonstram uma evidente dificuldade de perda de calor por evaporação em relação ao
9 grupo Azul, que parece possuir mecanismos evaporativos bem desenvolvidos.

10 Arruda e Pant (1984) em Sobral, Ceará, no mês de outubro, examinaram a TR
11 das raças Canindé, Anglo-Nubiana e Bhuj, em duas etapas, sendo a inicial de repouso e
12 após 15 minutos de exercício. Os pesquisadores encontram nas aferições a cada 15
13 minutos, que as raças Bhuj e Canindé, retornaram as temperaturas retais normais, após
14 45 e 60 minutos, respectivamente, enquanto com a raça Anglo-Nubiana não voltou à
15 normalidade após os 60 minutos do exercício. Isso demonstra uma a maior capacidade
16 de dissipação de calor da raça nativa Canindé e da indiana Bhuj em relação à Anglo-
17 Nubiana, raça inglesa, porém derivada do tronco africano.

18 Martins Júnior (2004), avaliou pelo teste de Rainsby as raças Boer e Anglo-
19 Nubiana, em condições climáticas similares às deste experimento. Nos dois períodos
20 estudados, os animais da raça Boer tiveram médias iniciais de TR menores ($P < 0,05$),
21 porém após 10 minutos de exercício e após 60 minutos de repouso pós-exercício, as
22 duas raças comportaram-se de modo semelhante, sem retornar aos valores iniciais de
23 TR. Desse modo, apesar de serem experimentos diferentes, a raça Saanen teve um
24 comportamento mais compatível com as raças Boer e Anglo-Nubiana, enquanto que o

1 Grupo Azul demonstrou um diferencial marcante na capacidade de dissipação de calor
2 em relação às outras três.

3 Não se encontrou na literatura outros autores que tenham avaliado caprinos
4 pelo teste de Rainsby, porém o teste de Dowling, semelhante ao teste de Rainsby,
5 realizado no Estado do Rio de Janeiro, no período quente e úmido, mostrou que as raças
6 Saanen e Parda Alpina (do tronco europeu) também não recuperaram a TR inicial até o
7 final do experimento, aos 60 min, enquanto que a raça Anglo-Nubiana, originária do
8 tronco africano, recuperou a TR anterior ao exercício após 45 min de repouso (Medeiros
9 et al., 2002). Analisando-se o teste de Ittner & Kelly, que também avalia a dissipação de
10 calor, após exercício ao sol, Medeiros et al. (2002) observaram que a raça Saanen
11 obteve um índice baixo comparado à Anglo-Nubiana (Saanen=74,98 e Anglo-
12 Nubiana=93,07%). Todos esses resultados demonstram a baixa capacidade de
13 dissipação de calor dos animais Saanen, a exemplo do que ocorreu em nosso
14 experimento.

15 Na avaliação da evolução da FR após exercício físico (tabela 5), no modelo
16 experimental do teste de Rainsby, observou-se que as cabras azuis tiveram frequência
17 significativamente menor que as Saanen a partir dos 20 minutos de descanso, no
18 período chuvoso e durante todo o experimento, desde o repouso até os 100 minutos, no
19 período seco. Analisando-se o tempo necessário para que as médias de FR retornassem
20 a valores estatisticamente iguais aos de repouso, observou-se que no período chuvoso as
21 azuis retornaram aos 20 min e no período seco aos 40 minutos. Enquanto isso, as
22 Saanen não conseguiram retornar a FR aos valores de repouso até os 100 minutos em
23 nenhum dos períodos estudados. Isso mostra que o cabras azuis tiveram uma adaptação
24 fisiológica mais rápida e mais intensa, que coincide com o retorno também da TR aos

1 valores de repouso (tabela 04). Um dado curioso é a FR ser menor no período seco que
2 no período chuvoso. Porém quando se avalia que a temperatura ambiente média
3 (período chuvoso=32,12 °C e do período seco=32,50 °C), verifica-se que foi apenas
4 ligeiramente mais elevada no período seco que no chuvoso e que a UR foi muito menor
5 no período seco (UR chuvoso=76,39 e do período seco=45,06). Desse modo, pode-se
6 inferir que isso se deva à maior facilidade de perda de calor por evaporação, durante o
7 período seco. Os resultados encontrados por Medeiros et al. (2002) em teste similar, no
8 Estado do Rio de Janeiro, em período quente e úmido, para a raça Saanen, expressam a
9 mesma dificuldade das cabras retornar a FR ao valor inicial, que ocorreu somente
10 após 45 min de repouso após exercício, enquanto a raça Anglo-Nubiana, com quem foi
11 comparada, retornou aos 30 min.

12 A FC das cabras Saanen (tabela 6) retornou aos valores de repouso aos 40
13 minutos durante o período chuvoso e aos 60 minutos no período seco ($P < 0,05$). As azuis
14 tiveram um retorno mais rápido, aos 20 minutos, tanto no período chuvoso, como no
15 seco. O aumento de FC após 10 minutos de exercício foi semelhante entre as raças, em
16 ambos os períodos. Esses dados provavelmente refletem maior condicionamento físico
17 cardiovascular desses animais em relação às Saanen. Pode ser também consequência da
18 redução mais rápida da TR (tabela 4), reduzindo assim o estresse térmico dos animais.

19

20

1 Tabela 1 – Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), segundo o Teste de Ibéria, para
 2 os grupos raciais Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no
 3 município de Teresina, Piauí, em 2005

Período	Saanen	Azul
Chuvoso	95,47 ±5,97 ^{Aa}	93,70 ±4,43 ^{Aa}
Seco	97,65 ± 3,45 ^{Aa}	94,31 ±6,49 ^{Ba}
Média geral	96,56 ± 4,95 ^A	94,00 ±5,52 ^B
CV 5,49%		

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

6 ^{a, b} Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas distintas, diferem (P<0,05)
 7 pelo teste Duncan.

8

9

1 Tabela 2 – Coeficiente de Adaptabilidade 1 (CA1), segundo o Teste de Benezra, para
 2 caprinos Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no município de
 3 Teresina, Piauí, em 2005

Período	Saanen	Azul
Chuvoso	5,13 ± 1,54 ^{Ab}	3,26 ± 1,25 ^{Ba}
Seco	5,86 ± 1,39 ^{Aa}	2,87 ± 0,95 ^{Bb}
Média	5,49 ± 1,51 ^A	3,06 ± 1,12 ^B

CV 28,09

4 ^{A, B} Médias na mesma linha seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem (P<0,05)
 5 pelo teste de Student-Newman-Keuls.

6 ^{a, b} Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas distintas, diferem (P<0,05)
 7 pelo teste de Student-Newman-Keuls.

8

9

1 Tabela 3 – Coeficiente de Adaptabilidade 2 (com acréscimo da frequência cardíaca),
 2 segundo adaptação do Teste Benezra para caprinos Saanen e Azul, nos
 3 períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005.

Período	Saanen	Azul
Chuvoso	6,19 ±1,64 ^{Ab}	4,29 ±1,40 ^{Ba}
Seco	6,83 ±1,41 ^{Aa}	3,77 ±0,99 ^{Bb}
Média	6,51 ±1,56 ^A	4,03 ±1,24 ^B
CV 24,29%		

4 ^{A,B} Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de
 5 Student-Newman-Keuls.

6 ^{a,b} Médias na mesma coluna seguida de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de
 7 Student-Newman-Keuls.

8

9

1 Tabela 4 - Médias para temperatura retal em acompanhamento ao teste de Rainsby para
 2 caprinos das raças Saanen e Azul, nos períodos chuvoso e seco, no
 3 município de Teresina, Piauí

Situação/ Tempo	Chuvoso		Seco		CV (%)
	Saanen	Azul	Saanen	Azul	
Repouso	38,87 ±0,27 ^{Ab2}	39,19 ±0,29 ^{Aa2}	38,51 ±0,32 ^{Bb2}	38,87 ±0,47 ^{Ba2}	0,78
Exercitado	40,56 ±0,48 ^{Ab1}	40,89 ±0,32 ^{Aa1}	40,26 ±0,29 ^{Ba1}	40,44 ±0,39 ^{Ba1}	0,82
TR20*	39,71 ±0,35 ^{Aa1}	39,26 ±1,35 ^{Aa2}	39,41 ±0,21 ^{Ba1}	39,34 ±0,49 ^{Aa1}	1,85
TR40*	39,33 ±0,26 ^{Aa2}	39,23 ±0,33 ^{Aa2}	38,96 ±0,34 ^{Ba1}	39,00 ±0,38 ^{Aa2}	0,74
TR60*	39,16 ±0,27 ^{Aa2}	39,08 ±0,34 ^{Aa2}	38,84 ±0,30 ^{Ba1}	38,88 ±0,34 ^{Aa2}	0,64
TR80*	39,11 ±0,25 ^{Aa2}	39,07 ±0,30 ^{Aa2}	38,81 ±0,29 ^{Ba1}	38,84 ±0,34 ^{Aa2}	0,69
TR100*	38,94 ±0,24 ^{Aa2}	39,12 ±0,32 ^{Aa2}	38,83 ±0,28 ^{Aa1}	38,80 ±0,39 ^{Ba2}	0,60

4 * TR20, TR40, TR60, TR80 e TR100 referem-se, respectivamente, às temperaturas
 5 retais aos 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício físico.

6 ^{A,B} Médias na mesma raça, nos dois períodos, seguidas de letras maiúsculas distintas
 7 na mesma linha diferem (P< 0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls.

8 ^{a,b} Médias no mesmo período, nas duas raças, seguidas de letras minúsculas distintas
 9 na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls.

10 1,2 Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo
 11 teste de Dunnett.

12

13

1 Tabela 5 - Freqüência respiratória (em movimentos por minuto), para caprinos das
 2 raças Saanen e Azul, em acompanhamento ao Teste de Rainsby, nos
 3 períodos chuvoso e seco, no município de Teresina, Piauí, em 2005

Situação/ Tempo	Chuvoso		Seco		CV (%)
	Saanen	Azul	Saanen	Azul	
Repouso	62,06±29,37 ^{Aa2}	46,13±20,67 ^{Aa2}	59,31±21,41 ^{Aa2}	20,75±5,59 ^{Bb2}	36,86
Exercitado	132,37± 16,90 ^{Aa1}	110,69± 41,91 ^{Aa1}	129,18±20,79 ^{Aa1}	79,31±32,56 ^{Bb1}	27,78
TR20*	106,63± 20,13 ^{Aa1}	67,31± 30,23 ^{Ab2}	104,31±23,02 ^{Aa1}	40,25±14,59 ^{Bb1}	30,39
TR40*	92,50± 19,44 ^{Aa1}	47,75± 21,29 ^{Ab2}	89,87± 21,12 ^{Aa1}	30,00±10,84 ^{Bb2}	29,73
TR60*	84,62±20,34 ^{Aa1}	44,19± 21,86 ^{Ab2}	89,31± 18,35 ^{Aa1}	24,69±8,65 ^{Bb2}	30,53
TR80*	81,82±25,60 ^{Aa1}	44,31± 23,19 ^{Ab2}	93,94± 24,71 ^{Aa1}	26,81±10,20 ^{Bb2}	31,90
TR100*	86,94±28,59 ^{Aa1}	44,81±25,70 ^{Ab2}	101,06± 19,52 ^{Aa1}	28,63±8,32 ^{Bb2}	33,88

4 * FR20, FR40, FR60, FR80 e FR100 referem-se, respectivamente, às temperaturas
 5 retais aos 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício físico.

6 ^{A,B} Médias na mesma raça, nos dois períodos, seguidas de letras maiúsculas distintas
 7 na mesma linha diferem (P< 0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls.

8 ^{a,b} Médias na mesmo período, nas duas raças, seguidas de letras minúsculas distintas
 9 na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls

10 1,2 Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo
 11 teste de Dunnett.

12

13

1 Tabela 6 - Freqüência Cardíaca (em batimento por minuto), para caprinos Saanen e
 2 Azul, em acompanhamento ao Teste de Rainsby, nos períodos chuvoso e
 3 seco, no município de Teresina, Piauí

Situação/ Tempo	Chuvoso		Seco		CV (%)
	Saanen	Azul	Saanen	Azul	
Repouso	79,44 ± 14,89 ^{Aa2}	84,44 ± 21,86 ^{Aa2}	65,75 ± 7,29 ^{Bb2}	75,06 ± 17,72 ^{Aa2}	17,95
Exercitado	114,19 ± 14,55 ^{Aa1}	120,25 ± 34,41 ^{Aa1}	90,56 ± 17,57 ^{Bb1}	106,06 ± 17,66 ^{Aa1}	12,59
TR20*	101,06 ± 13,39 ^{Aa1}	96,19 ± 24,22 ^{Aa2}	79,94 ± 12,71 ^{Ba1}	88,25 ± 15,70 ^{Aa2}	14,85
TR40*	87,63 ± 10,98 ^{Aa2}	88,56 ± 22,48 ^{Aa2}	76,87 ± 12,34 ^{Ba1}	78,94 ± 15,82 ^{Aa2}	13,74
TR60*	86,19 ± 11,81 ^{Aa2}	84,44 ± 21,06 ^{Aa2}	74,56 ± 10,8 ^{Ba2}	75,87 ± 14,94 ^{Aa2}	13,64
TR80*	85,94 ± 11,76 ^{Aa2}	82,00 ± 20,72 ^{Aa2}	73,25 ± 6,28 ^{Ba2}	71,19 ± 11,68 ^{Aa2}	13,04
TR100*	81,94 ± 15,16 ^{Aa2}	84,37 ± 18,52 ^{Aa2}	73,13 ± 12,09 ^{Aa2}	68,81 ± 13,62 ^{Ba2}	15,08

4 * FC20, FC40, FC60, FC80 e FC100 referem-se, respectivamente, às temperaturas
 5 retais aos 20, 40, 60, 80 e 100 minutos após o exercício físico.

6 FC4 - temperatura 80 minutos após o exercício; FC5 – temperatura 100 minutos após o
 7 exercício;

8 ^{A,B} Médias na mesma raça, nos dois períodos, seguidas de letras maiúsculas distintas
 9 na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls.

10 ^{a,b} Médias no mesmo período, nas duas raças, seguidas de letras minúsculas distintas
 11 na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Student-Newman-Keuls

12 ^{1,2} Médias na mesma coluna, seguidas de números distintos diferem (P<0,05) pelo
 13 teste Dunnet.

14

3.4. Conclusões

Considerando todos os parâmetros avaliados, conclui-se que os caprinos do grupo racial Azul têm maior adaptabilidade visto que têm maior capacidade de manter a temperatura retal, com menor frequência respiratória e maior capacidade de dissipação de calor, embora quando expostos ao sol absorvam maior quantidade de radiação, o que provavelmente poderá ser amenizado por respostas comportamentais, quanto houver áreas sombreadas disponíveis no pasto.

3.5. Referências Bibliográficas

ARRUDA, F. A. V.; PANT, K. P. Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.19, n.3, p.379-385, 1984.

ASCCOPER—Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos de Petrolina e Região. Net. Petrolina. nov 2005. Seção raças. Disponível em <http://www.asccoper.com.br/exibe>. acesso em 26 set. 2006.

COSTA, A. P. R.; ABREU, M. L. T. Frequência respiratória, temperatura retal e frequência cardíaca em função dos elementos do clima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23., 1994, Olinda. **Anais...** Olinda: CRMV-PE, 1994. p.3.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos**. 11 ed. São Paulo: Nobel. 1987. 240p.

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

- 1 MAGALHÃES, J.A; TAKIGAWA, R.W; TAVARES, A.C. Determinação da tolerância
2 de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO ANUAL DA
3 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu.
4 **Anais...Botucatu:SBZ, 1998. 1 CD.**
- 5 MARTINS JÚNIOR, L. M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana as**
6 **condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil.** Teresina: 2004. 45f.
7 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina,
8 2004.
- 9 MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; QUINTANILHA, J. R. CIDREIRA, R. G.;;
10 LUNA, M. C. M.; ZANINE, A. M.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Estimativa da tolerância
11 ao calor em caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária.** Rio de Janeiro-RJ,
12 v.24, n. 1, p. 30-35, 2002.
- 13 MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 2. ed. Porto Alegre:
14 Sulina, 1982, 157p.
- 15 OLIVEIRA, L. A. **Estudo de respostas fisiológicas de eqüinos Sem Raça definida e**
16 **Quarto de Milha às condições climáticas de Teresina, Piauí.** Teresina: 2006, 37f.
17 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina,
18 2006..
- 19 PANT, K. P; ARRUDA, F. A. V; FIGUEIREDO, E.A.P; Role of gota colour in body
20 heat regulation among gotas and hairy sheep in tropics. **Pesquisa Agropecuária**
21 **Brasileira,** Brasília-DF, v. 20, n.6, p.717-726, 1985.
- 22 RAUSCHENBACH, J.O. e YEROKHIN, P.F. **Quantitative estimation of heat**
23 **tolerance in animals.** Siberian Branch, Novosibirsk: Publishing House NAUKA. 1975.

- 1 SANTOS, F. B.; ACOSTA, A. A. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; PIMENTA
2 ILHO, E. C. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos exóticos (Boer e
3 Anglo-Nubiana) e naturalizados (Moxotó e Pardo Sertanejo) sob as condições de clima
4 semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE
5 CORTE, 2.,2000, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SIMCORTE, 2003.
- 6 SANTOS, C.C.; BONOMO, P.; CEZÁRIO, A. S.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.;
7 SILVA, H. G. O.; MATOS, R. S. Respostas fisiológicas de cabras da raça Saanen
8 expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA
9 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**
10 Campo Grande: SBZ, 2004
- 11 SILVA, G.A.S.; SOUZA, B.B.; SILVA, E.M.; SILVAS, A.K.B.; COSTA, A.A.A.;
12 AZEVEDO, S.A.; AZEVEDO NETO, J. Determinação de parâmetros fisiológicos e
13 gradientes térmicos de caprinos no semi-árido paraibano. In: SIMPÓSIO
14 INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João
15 Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2003.
- 16 TURCO, S.H.N; ARAÚJO, G.G.L.; BADE, P.L. SANTOS, L. F. C.; SILVA, T. G. F.
17 Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamento a céu aberto, nas
18 condições climáticas do semi-árido nordestino. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE
19 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo
20 Grande:SBZ, 2004.
- 21

4. CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados de Temperatura ambiente, Temperatura de Globo Negro, índices de temperatura e umidade e Índice de Globo Negro e Umidade, demonstram que o ambiente climático de Teresina-PI, está quase sempre fora da zona de conforto para os caprinos, com exceção apenas do horário de 7-8 da manhã, no período seco;

A Temperatura do Ar e a Temperatura de Globo Negro mostram-se insuficientes para a predição do potencial estressante do ambiente, na Região Meio-Norte do Brasil, visto que não contemplam o efeito da UR, que se torna muito relevante em TAs acima da zona de conforto térmico, onde a perda de calor por evaporação adquire importância fundamental na manutenção da homeotermia;

Os índices de temperatura e umidade e de globo negro e umidade não contemplam suficientemente a umidade relativa do ar e talvez algum outro fator interveniente, visto que as alterações da frequência respiratória são muito mais marcantes que as alterações dos índices;

Os resultado de Temperatura retal demonstram que os animais, de ambas as raças, mantiveram a homeotermia em todos os horários e períodos pesquisados, embora com diferenças significativas em ocasionais entre períodos, entre horários e entre grupos genéticos;

O grupo racial Azul apresentou maior dificuldade que a raça Saanen na manutenção da temperatura corporal no período (chuvoso) e nos horários de maior umidade relativa do ar;

Os resultados de frequência respiratória revelam que ambos os grupos genéticos, estiveram em estresse calórico, na quase totalidade dos horários pesquisados, sendo que para a raça Saanen foram todos os horários e para as azuis houve exceção do horário de 7-8h no período seco.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ANDERSON, B. E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura e fisiologia. In: SWWNSON, M.J.; REECE, W. O (org.). **Duke's fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996, p. 805 – 813.

ARRUDA, F. A. V.; FIGUEREDO, E. A. P.; PANT, K. P. Variação da temperatura retal de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.19, n. 7, p. 915-919, 1984a.

ARRUDA, F. 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.379-386, 1984b.

ARRUDA, F. A. V.; PANT, K. P. Freqüência respiratória em caprinos pretos e brancos de diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.379-386, 1985a.

ARRUDA, F. A. V.; PANT, K.P. Efeito de idade e cor da pelagem de caprinos sobre sua freqüência respiratória corporal no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.20, p.493-486, 1985b.

ASCCOPER–Associação dos Criadores de Caprinos e Ovinos de Petrolina e Região. Net. Petrolina. nov 2005. Seção raças. Disponível em <http://www.asccoper.com.br/exibe>. acesso em 26 set. 2006.

BACARRI JÚNIOR., F. Stress e stressores. Stress climático. **Revista Gado Holandez**, São Paulo, v. 138, p. 13-16, 1987.

BRASIL, L. H. A.; WEGHESLER, F. S.; BACARI JÚNIOR.; GONÇALVEIS, H. C.; BONASSI, I. A. Respostas termorreuladoras de cabras Pardas Alpina submetidas a estresse térmico. In: In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998.

CASTRO, A. **A cabra**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984, p. 170-172.

CONTANZO . L. S. **Fisiologia**. 3 ed. Ro de Janeiro: Guanbara Kogan, 2005, 259p.

COSTA, A. P. R.; ABREU, M. L. T. Freqüência respiratória, freqüência temperatura retal e freqüência cardíaca em função dos elementos do clima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23., 1994, Olinda. **Anais...** Olinda: CRMV-PE, 1994. p.3.

HAHN, G.L., NIENABER, J.A., DESHAZER, J. A. **Air temperature influences on swine performance and behavior.** St.Joseph, MI: APPLIED ENGINEERING IN AGRICULTURE ASAE. 1987. v.3, n 2, p. 295-302.

JARDIM, W. R. **Criação de caprinos.** 11 ed., São Paulo: Nobel, 1987. p.32.

KASA, J. W.; HILL, M. K.; THWAITES, C. J. BAILLIE, N. D. effects of treadmill exercise on physiological responses in Saanen goats. **Small Ruminant Research**, Armidale, v.16, p. 129-132, 1995.

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

MACHADO JÚNIOR, A. A. N. **Influência da morfologia escrotal sobre a termorregulação, a biometria escroto e o comportamento sexual de caprinos nos períodos seco e chuvoso do estado do Piauí.** Teresina: 2006-84f . Dissertações (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

MARTINS JÚNIOR, L. M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-nubiana as condições climáticas da Região Meio-Norte do Brasil.** Teresina: 2004. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

MEDEIROS, L. F. D.; SCHERER, P.O.; VIEIRA, D.H.; SOUZA, J. C. D. Freqüência respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.,1998b, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p. 85-87.

MEDEIROS, L. F. D.; QUINTANILHA, J. R.; SCHERER, P.O. VIEIRA, D.H. Reações fisiológicas de caprinos de diferentes raças mantidas à sombra, ao sol e em ambiente parcialmente sombreado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.,1998a, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p. 91-93.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 2 ed. Porto Alegre: Sulina, 1982, 157p.

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

NAGASHIMA, K. **Central mechanisms for thermoregulation in a hot environment.** Ind. Health. v. 44, n.3, p.359-67. 2006

NEIVA, J. N. M.; TEXEIRA, M.; TURCO, S. H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtores e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004

RANDALL, D; BURGGREN, W; FRENCH, K. Eckert **Fisiologia animal**. Rio de Janeiro:Guanabara, 2000. p.636.

REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, 1996. p. 137 e 254.

RIBEIRO, S. D. **Caprinocultura**. São Paulo: Roca, 1997. p. 318p.

ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; CARDOSO, F.S. MACHADO JUNIOR, A. A. N.; SÁ JUNIOR, R. P.; BRANDÃO, A. A. C.; MARANHÃO, M. A. A. Temperatura retal das raças Azul e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FAPEPI, 1., 2005, Teresina, **Anais...**Teresina: FAPEPI, 2005a.

ROCHA, R.R.C.; COSTA, A.P.R.; CARDOSO, F.S.; NASCIMENTO, H. T. S.; CARDOSO, F. S.; SANTOS, P. A. C.; ALMEIDA, E. C. S.; OLIVEIRA, L. S.. Freqüência cardíaca das raças Marota e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FAPEPI, 1. , 2005, Teresina, **Anais...**Teresina: FAPEPI, 2005b.

SANTOS, F. B.; ACOSTA, A. A. A.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; PIMENTA ILHO, E. C. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos exóticos (Boer e Anglo-Nubiana) e naturalizados (Moxotó e Pardo Sertanejo) sob as condições de clima semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2.,2003, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: SIMCORTE, 2003

SANTOS, F. S. M.; ROCHA, R. R. C.; NASCIMENTO, H. T. S.; COSTA, A.P.R.; CARDOSO, F.S. CARDOSO, F. S.; PIRES, J. E. P.; SOUSA JUNIOR, F. N. Freqüência Respiratória das raças Marota e Saanen no período chuvoso em Teresina-PI. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FAPEPI, 1. , 2005, Teresina, **Anais...**Teresina: FAPEPI, 2005a.

SILVA, G. A.; SOUSA, B. B.; ALFARO, C. E.; ALFARO, C. E. P.; AZEVEDO NETO, J.; AZEVEDO, S. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, A. K. B.; SILVA, R. M. N. Efeito da época do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos no semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SILVEIRA, J.O.A.; PIMENTA FILHO, E. C.; OLIVEIRA, F. M. LOPES,W.B. Respostas adaptativas de caprinos das raças Bôer e Anglo-Nubiana à condições do semi-árido brasileiro – freqüência respiratória. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 3., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 2001, p. 14-16.

SOUZA, B. B.; BRITO, S.; SANTOS, J. R. S.; MARTINS, M. C. F.; BATISTA, H. J. C.; SANTOS, A. M.. Avaliação do comportamento fisiológico de caprinos

Moxotó e ovinos Santa Inês sob as condições semi-árido através de respostas termorreguladoras e gradientes térmicos. In: CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 5., 2003, LOCAL. **Anais...** Local: Editora, 2003. p. 286-287.

TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; BADE, P. L.; SANTOS, L. F. C.; SILVA, T. G. F. Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamento a céu aberto, nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande:SBZ, 2004a.

TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; TEXEIRA, A. H. C. et al. **Avaliação de alguns fatores do clima que influenciam a adaptação, o comportamento fisiológico e o desempenho de bovinos da raça Sindi, no semi-árido brasileiro.** Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, 2004b, 30p. (Embrapa Semi-árido. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 66).