



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO, REAÇÕES FISIOLÓGICAS
E DESEMPENHO DE TOURINHOS SINDI E GUZERÁ
SEMICONFINADOS NO AGRESTE PARAIBANO

JOHN EMERSON FERREIRA REGIS

Biblioteca UFCA

SMBC_CDSA

CAMPUS DE SUMÉ

Reg. 10284/12

IS
1(043.3)
337i
.01

Campina Grande
Paraíba



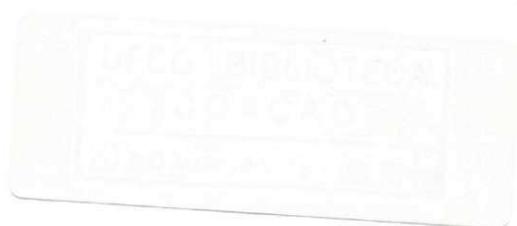
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO, REAÇÕES FISIOLÓGICAS E
DESEMPENHO DE TOURINHOS SINDI E GUZERÁ SEMICONFINADOS NO
AGRESTE PARAIBANO

JOHN EMERSON FERREIRA REGIS



CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO – 2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

**ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO, REAÇÕES FISIOLÓGICAS E
DESEMPENHO DE TOURINHOS SINDI E GUZERÁ SEMICONFINADOS NO
AGRESTE PARAIBANO**

JOHN EMERSON FERREIRA REGIS

ORIENTADORES: Prof. Dr. DERMEVAL ARAÚJO FURTADO
Prof. Dr. ANTÔNIO FARIAS LEAL

CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

R337i

2008 Regis, John Emerson Ferreira.

Índices de conforto térmico, reações fisiológicas e desempenho de tourinhos sindi e guzerá no agreste paraibano / John Emerson Ferreira Regis. — Campina Grande, 2008.

56 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Referências.

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado.

1. Bovinae - Tourinhos. 2. Conforto. 3. Desempenho. 4. Respostas Fisiológicas. I. Título.

CDU – 599.735.51(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JOHN EMERSON FERREIRA REGIS

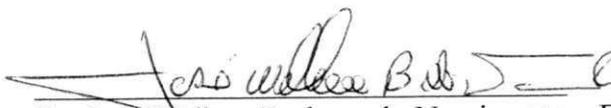
ÍNICE DE CONFORTO TÉRMICO, REAÇÕES FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO DE
TOURINHOS SINDI E GUZERÁ SEMI-CONFINADOS NO AGRESTE PARAÍBANO

BANCA EXAMINADORA

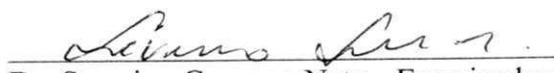
PARECER


Dr. Dermeval Araújo Furtado – Orientador

APROVADO


Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento – Examinador

APROVADO


Dr. Severino Gonzaga Neto - Examinador

APROVADO

FEVEREIRO - 2008

AGRADECIMENTOS

À universidade federal de Campina Grande por possibilitar a realização do curso de pós graduação em uma instituição pública e altamente qualificada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande;

A todos os professores, funcionários e colegas da pós- graduação que contribuíram de forma direta e indireta para realização de um sonho que tornou-se realidade.

À secretária da COPEAG, Rivanilda Pereira Diniz;

À EMEPA na pessoa do Dr. Miguel Barreiro Neto, por ter proporcionado a realização desta pesquisa.

Aos colegas da Estação Experimental de Alagoinha e funcionários, pela oportunidade de realização do experimento em suas instalações;

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Aos Orientadores Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado e o Prof. Dr. José Wallace B. Nascimento pela orientação, dedicação, estímulo e compreensão.

AOS COLEGAS

Orlando, Fábio Remy, Pablo, Sebastião, Cris, Carla, Galba, Nerandi, kaline, Elka, Daniele, Joana e Iracema, pela contribuição durante toda a dura jornada na Universidade.

Paulo Leonardo, Valdemir, Selma, Nielson, Saulo, Rubens, Rômulo e Muniz pela ajuda e incentivo durante a realização da pesquisa.

DEDICATÓRIA

Primeiramente, a Deus, (tudo posso naquele que me fortalece);

Aos meus pais Francisco Ferreira da Silva e Cirlene Regis Ferreira pelo amor, carinho, nessa caminhada foram de fundamental importância pelo meu sucesso.

Aos meus filhos John Emerson Ferreira Regis Filho e Marina Barbosa do Nascimento.

A Adriana Peixoto Cunha pelo companheirismo e dedicação em mim depositada além da grande incentivadora para realização deste sonho.

Aos meus irmãos pelo incentivo ao meu profissionalismo.

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO, REAÇÕES FISIOLÓGICAS E DESEMPENHO
DE TOURINHOS SINDI E GUZERÁ SEMICONFINADOS NO AGRESTE
PARAIBANO

Visa-se, com este estudo avaliar e estabelecer os índices de conforto térmico, as respostas termorreguladoras e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá semiconfinados, no período de julho a setembro de 2007, realizado na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à EMEPA-PB, no município de Alagoinha, região do Agreste Paraibano. Foram avaliadas as variáveis climáticas: temperatura do ar (TA), índice de temperatura de umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN) e velocidade do vento (VV) e as variáveis fisiológicas analisadas foram: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da pele (TP) e os índices produtivos: ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e consumo de matéria seca (CMS). Utilizaram-se 16 bovinos: 8 de cada raça, e idade média de 30 ± 5 e 33 ± 3 , do Sindi e Guzerá, respectivamente. Os índices ambientais foram medidos diariamente a cada duas horas (das 6 às 16 horas). Os índices de conforto ITU (77,5) e ITGU (78,6) estiveram, nos horários mais quentes, fora da zona de conforto térmico, atingindo níveis considerados críticos, mas as FR e TR se mantiveram dentro da normalidade para a espécie. O desempenho produtivo em ambas as raças permaneceu acima do esperado e as raças responderam satisfatoriamente às condições deste experimento, indicativo de uma boa resposta fisiológica.

Palavras-chave: bovinæ – tourinhos, conforto, desempenho, respostas fisiológicas

INDEX THERMAL COMFORT, PERFORMANCE AND PHYSIOLOGICAL
REACTIONS OF YOUNG BULLS AND SINDI AND GUZERÁ SEMI-CONFINED
IN AGRESTE PARAIBANO

The objective of this study was to evaluate and to establish the comfort indexes, the answers thermal regulate and acting of Sindi and Guzera semi confined, in the period of July to September of 2007. Accomplished in the experimental station of Alagoinha, belonging EMEPA-PB, in the municipal city of Alagoinha, area of Agreste Paraibano. They were appraised the climatic variables: Temperature of the air (TA), Index of Temperature of Humidity (THI), Index of Temperature of Globe and Humidity (BGHI), Relative Humidity of the Air (RH), Temperature of Globe Black (TGN) and Air of the Wind (AW). Physiologic variables: respiratory rate (RR), Rectal Temperature (RT) and Skin Temperature (ST) and the productive indexes: Earnings of Daily (GPD) Weight, Earnings of Total (GPT) Weight and Consumption of Matter Dries (CM). 16 were used bovine: 8 of each race. With medium age of 30 ± 5 and 33 ± 3 , of Sindi and Guzerá, respectively. The environmental indexes were measured daily every two hours (6 the 16 hours). The comfort indexes, THI (77,5) and BGHI (78,6), were, in the hottest schedules, out of the area of thermal comfort (ZCT), reaching levels considered critical, but RR and RT stayed inside of the normality for the species. The productive acting in both races was above the expected, the races answered the conditions of this experiment satisfactorily, being an indicative of good physiologic answer.

Key words: bovinæ – bulls, comfort, acting, physiologic answers

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
SUMÁRIO	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE SIGLAS	xiv
Capítulo I – Fundamentação Teórica	1
1. Criação de bovinos no Brasil	2
2. Sistemas de criação animal no Agreste paraibano	3
2.1. Considerações sobre o conforto térmico dos animais	4
2.2. Zona de conforto térmico	5
2.3. Índices de conforto térmico	7
2.4. Índices climáticos	8
2.5. Índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)	9
2.6. Índices fisiológicos	10
2.7. Referências Bibliográficas	14
Capítulo II – Índices de conforto térmico para tourinhos Sindi e Guzerá semiconfinados no Agreste Paraibano	19
Resumo	20
Abstract	21
Introdução	22
Material e Métodos	24
Resultados e Discussão	26
Conclusões	34
Referências Bibliográficas	35
Capítulo III – Reações fisiológicas e desempenho dos tourinhos Sindi e Guzerá sob condições climáticas do Agreste Paraibano	37
Resumo	38
Abstract	39
Introdução	40

Material e Métodos	42
Resultados e Discussão	46
Conclusões	52
Referências Bibliográficas	53

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Variação de ITU e ITGU durante o período experimental	26
Figura 2. Frequência respiratória (mov./min.) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU)	28
Figura 3. Frequência respiratória (mov./min.) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	29
Figura 4. Temperatura retal (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU)	30
Figura 5. Temperatura retal (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	31
Figura 6. Temperatura de pele (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU)	32
Figura 7. Temperatura de pele (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	33

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas dos tourinhos Sindi e os índices de conforto térmico	27
Tabela 2. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas dos tourinhos Guzerás e os índices de conforto térmico	27
	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na matéria seca	42
Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca	43
Tabela 3. Valores médios dos elementos climáticos: temperatura do ar - TA, umidade relativa do ar - UR, velocidade do vento - VV e índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade - ITU, temperatura de globo negro - Tgn e índices de temperatura de globo e umidade - ITGU , observados pela manhã, 06 h às 11 h e a tarde, 12 h às 18 h, durante o período experimental	46
Tabela 4. Médias para temperatura retal (°C) entre os tourinhos sindi e guzerá e horários	47
Tabela 5. Médias para frequência respiratória (mov.min ⁻¹) entre os tourinhos sindi e guzerá e horários	48
Tabela 6. Médias para temperatura de pele (°C) entre os tourinhos sindi e guzerá e horários.	49
Tabela 7. Peso Inicial (PI), final (PF) e ganho de peso médio diário (GMD) e ganho de peso total (GPT) dos tourinhos sindi e guzerá.	49
Tabela 8. Médias e coeficientes de variação (CV) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e extrato etéreo (CEE) em função dos genótipos dos tourinhos sindi e guzerá e da estratégia única de alimentação à base de capim elefante no agreste paraibano.	50

LISTA DE SIGLAS

CA	Conversão alimentar
CHOT	Carboidrato totais
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não fibrosos
CV	Coefficiente de variação
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EE	Extrato etéreo
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
FDA	Fibra detergente ácido
FDN	Fibra detergente neutro
FR	Frequência respiratória
GP	Ganho de peso
GPD	Ganho de peso diário
GPMD	Ganho de peso médio diário
GPT	Ganho de peso total
ITGU	Índice de temperatura de globo negro e umidade
ITU	Índice de temperatura e umidade
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
NS	Não significativo
PB	Proteína bruta
TA	Temperatura do ar
TBU	Temperatura de bulbo úmido
TGN	Temperatura de globo negro
TP	Temperatura de pele
TPO	Temperatura de ponto de orvalho
TR	Temperatura retal
UR	Umidade relativa do ar
VV	Velocidade do vento

Capítulo I
Fundamentação Teórica

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Criação de bovinos no Brasil

O Brasil possui um dos maiores rebanhos de bovinos do mundo, com 170.2 milhões de cabeças. A partir do ano de 2004 o País ultrapassou a União Européia e assumiu o segundo lugar na produção mundial de carne bovina, estando logo abaixo dos Estados Unidos da América. Atualmente, a pecuária assume grande expressão no agronegócio brasileiro uma vez que o Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com uma produção de 8,303 milhões de toneladas de carne por ano (Anualpec, 2007). Segundo Martello et al. (2004) com o constante aumento da demanda por alimentos em face do rápido crescimento da população mundial e o papel do animal ruminante, como fornecedor de alimentos de alto valor biológico para os homens, a pecuária se torna cada vez mais importante.

Pimentel (1998) cita que a seleção da raça deve ser baseada em informações sobre o desempenho técnico e econômico dos animais em ambientes semelhantes aqueles nos quais serão explorados.

O desenvolvimento da bovinocultura no Brasil iniciou-se com a escolha de várias raças exóticas, importadas ao longo dos anos. Algumas destas raças tiveram excelente adaptação enquanto outras sofreram diversos problemas e grandes dificuldades de adaptação. Em diversas regiões determinadas raças mostraram ótimos resultados, por exemplo, as raças européias na região sul, que conseguiram atingir índices de produção similares aos obtidos nos seus países de origem; as raças zebuínas, na região nordeste, com grande capacidade de resistir às condições climáticas adversas; na região centro-oeste, as raças zebuínas, quando cruzadas com as raças européias, têm mostrado excelentes resultados técnicos. As raças bovinas, com maior grau de adaptação às condições semiáridas, são as zebuínas, dentre estas, as raça Sindi e Guzerá (Souza, 2007).

A raça Sindi, originária dos trópicos paquistaneses, historicamente foi introduzida no Brasil nos anos 30 do século passado, mas só em 1952 ocorreu a mais significativa introdução de animais desta raça. A raça apresenta como características principais, pelagem de cor avermelhada, ideal para as regiões tropicais e subtropicais; seu pequeno porte, considerado ideal pelo melhor aproveitamento por área, além do menor consumo absoluto de alimentos, a boa eficiência reprodutiva e principalmente boa capacidade de produção de leite, tanto em quantidade como em qualidade; além dessas vantagens se

sobressai sua excelente adaptabilidade às condições adversas de clima e manejo, principalmente alimentar, nas condições de semiárido nordestino (Teodoro et al., 2005).

A raça Guzera originou-se no norte da Índia, há milhares de anos, na cidade de Mohenjo-Daro; seu habitat natural vem das terras baixas, em alguns lugares situados abaixo do nível do mar, com precipitação pluvial entre 500 e 650 mm/ano, variando a temperatura entre 5 e 50 graus centígrados. A pelagem varia do cinza claro ao cinza escuro, chifres em forma de lira, pelos curtos, pele escura. É a principal raça bovina na Índia, tendo o maior rebanho do país. É uma das principais raças no Brasil, com especial importância na região nordeste, onde tem predominância sobre as demais raças, pela sua extrema rusticidade (Melo Filho, 2007).

2. Sistemas de criação animal no Agreste paraibano

O Agreste paraibano se situa em uma estreita faixa paralela à costa do estado da Paraíba e tem como características principais: a) solos profundos (latossolos e podzólicos), com relevo extremamente variável, associados a solos rasos litossolos; b) solos relativamente férteis; c) área de transição entre a faixa úmida e o Semiárido; d) vegetação variável com predominância de vegetação caducifolia (decídua); e) área sujeita a secas; f) precipitação pluviométrica, também variável entre 300 e 1200 mm ano⁻¹ e predominante entre 700 e 800 mm ano⁻¹.

Vários estudos identificam o Agreste não como área contínua com características próprias, mas como um conjunto de áreas alternadas e esparsas onde há identidade fisiográfica e forma de uso de recursos. Área tipicamente de transição, o Agreste sofre a influência direta da conformação do relevo, em que ao norte, o planalto da Borborema influi formando o Brejo Paraibano, o Agreste Alto e o Agreste Baixo (Andrade et al., 2007).

Um aspecto importante e pouco estudado na Região nordeste, como em todo o país, é a relação existente entre as características bioclimáticas de determinada região e o potencial produtivo dos ruminantes. Poucos são os trabalhos citados na literatura, que investigam as alterações anatomofisiológicas e o condicionamento térmico do ambiente do trópico para os bovinos (Turco et al., 2004).

Segundo Martello et al. (2004) a produção ótima dependerá, em grande parte, de construções e de manejo adequados que contornem os efeitos provocados pelo ambiente, como chuva, umidade relativa elevada, ventos, altas temperaturas e radiação solar.

O semiconfinamento é a utilização do sistema semiextensivo para a produção de gado de corte, ou seja, a engorda de bovinos em pastagens, porém com suplementação balanceada durante o período da engorda. Segundo Pedreira (1973) no Brasil existe estacionalidade na produção de forragens com grande produção no período das águas (cerca de 80%) e deficiência no período das secas, interferindo diretamente na produção animal sendo necessário, portanto, a suplementação dos animais a pasto.

O semiconfinamento é feito em geral no período seco, quando os animais recebem ração concentrada em cochos colocados em local estratégico do pasto com grande quantidade de macega, previamente vedado para este fim. O ponto chave da técnica é o pasto; a ração não deve substituir o pasto que faltar na seca, mas deve ser balanceada para potencializar o desenvolvimento de micro-organismos ruminais que fazem o aproveitamento da parte fibrosa da pastagem. Quanto maior o volume de gramínea, mesmo que seca, mais certo é o sucesso do semiconfinamento (Barbosa, 2005).

2.1. Considerações sobre o conforto térmico dos animais

Um grave problema na produção animal nos países situados na região tropical, como o Brasil, é a ocorrência de altas temperaturas, sobretudo se associadas à alta umidade relativa do ar, durante quase todo o ano, provocando o chamado estresse térmico (Sevegnani et al., 1994 e Nããs & Arcaro Jr., 2001). Conforme Ferreira (2005) a umidade relativa do ambiente deve estar na faixa de 40 a 70%, para a maioria das espécies domésticas. Umidade Relativa muito baixa favorece a dissipação de calor através do processo evaporativo, mas poderá trazer problemas de ressecamento de mucosa e vias respiratórias. É importante salientar que a UR varia de forma indireta com a temperatura ambiente, ou seja, quando a temperatura está mais elevada se observa os menores valores de UR do dia.

Os ruminantes são animais classificados como homeotermos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante, dentro de determinada faixa de temperatura ambiente, denominada zona de conforto térmico ou de termoneutralidade; isto ocorre com mínima mobilização dos mecanismos termorreguladores e, Nesta situação, o animal não sofre estresse por calor ou frio e ocorre mínimo desgaste, além de melhores condições de saúde e de produtividade (Nããs, 1989 e Titto, 1998).

O conceito de ambiente é amplo uma vez que inclui todas as condições que afetam o desenvolvimento dos animais. Atualmente, no ambiente de produção animal se leva em

consideração o ambiente térmico (temperatura, umidade, velocidade do vento e outros), o ambiente acústico (ruídos), o ambiente aéreo (gases e poeiras) e o ambiente social (Sousa, 2007). Dentro deste contexto a avaliação dos efeitos ambientais, em particular do clima sobre os animais, se torna prioritária, uma vez que o impacto do calor é significativo. O zoneamento climático surge, portanto, como condição básica no êxito das atividades agropecuárias.

O clima é um dos principais fatores que afetam a produção animal, sendo estratégico o seu conhecimento para o projeto de instalações e de sistemas de arrefecimento e para o manejo dos animais; desta forma, para que os animais possam exprimir todo o seu potencial produtivo torna-se necessário considerar a interação entre genética, nutrição, sanidade e ambiente térmico.

O estresse térmico pode ser feito sobre o desempenho produtivo e reprodutivo, crescimento e desenvolvimento, aspectos relacionados à sanidade e alimentação dos animais e tem sido estudado por Curtis (1983), Becker et al. (1992), Armstrong (1994), Barbosa et al. (1995), Timmons & Gates (1998), Aguiar & Targa (1999), Dobson & Smith (2000), Nããs & Arcaro Jr. (2001), entre outros.

A moderna produção pecuária deve ser fundamentada na exploração animal em condições de bem-estar e respeito ao ambiente, com alta produtividade visando ao atendimento das necessidades humanas, de forma socialmente justa e humanitária.

A redução dos efeitos do estresse em bovinos é uma das alternativas para garantir lucratividade. Os conceitos básicos de alimentação, aliados ao conhecimento do comportamento dos animais, devem ser utilizados para melhorar o seu bem-estar e a sua produtividade (Gonçalves, 2004).

Uma definição de bem-estar bastante utilizada atualmente foi estabelecida pela FAWC (Farm Animal Welfare Council) apud Chevillon (2000), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais: liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede); liberdade ambiental (edificações adaptadas); liberdade sanitária (ausência de doenças e de fraturas); liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais) e liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

2.2. Zona de conforto térmico

Quando os animais são instalados em um ambiente diferente do original ou face à mudança no mesmo ambiente, recorrem a mecanismos de adaptação fisiológica a fim de

manter a homeostase e, por serem sensíveis às mudanças de ambiente físico, esses animais acabam entrando em estado de estresse (Baccari Junior, 1998). Segundo Baccari Junior (2001) os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual, sendo que a produção está condicionada às influências do ambiente, o que não se mantém constante ao longo do tempo.

O efeito de cada um dos elementos climáticos sobre o desempenho animal, no entanto, não acontece de forma isolada, mas de forma combinada. A combinação de dois ou mais elementos climáticos em uma equação matemática consiste em um índice de conforto térmico cuja principal finalidade é melhor avaliar a temperatura ambiente efetiva e seus efeitos sobre o conforto e o desempenho dos animais (Baccari Junior, 2001).

A faixa de temperatura de conforto térmico ou zona termoneutra, varia de acordo com a espécie e sua constituição genética, idade, peso e tamanho corporal, estado fisiológico, dieta alimentar, exposição prévia ao calor (aclimatação), variação da temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação incidente no ambiente de criação (Curtis, 1983).

Dentro da zona de conforto térmico ou de termoneutralidade, o animal mantém uma variação normal de temperatura corporal e de frequência respiratória, o apetite é normal e a produção é ótima (Baccari Junior et al., 1997).

Titto (1998) considerou zona de conforto térmico a faixa de temperatura ambiente dentro da qual o animal homeotermo praticamente não utiliza seu sistema termorregulador, seja para fazer termólise ou termogênese, elevando a eficiência produtiva.

De acordo com Johnson (1987) a velocidade do vento, a radiação solar e a umidade relativa do ar podem alterar a zona de conforto térmico; assim, acima da temperatura crítica superior uma velocidade maior do vento vai estender essa zona e o aumento da radiação solar e da umidade vai baixar a temperatura crítica superior. Da mesma forma, a temperatura crítica inferior pode ser alterada. O objetivo de desenvolver os índices de conforto térmico para animais domésticos é apresentar, em uma única variável, a síntese de diversos fatores, principalmente temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento, que caracterizam o ambiente térmico e o estresse que possam causar (Clark, 1981). Nos climas subtropicais e tropicais, como os do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são, muitas vezes, limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão a eles associado o estresse. De acordo

com Curtis (1983) o ambiente é o conjunto de todos os fatores que afetam, direta ou indiretamente, os animais. A temperatura do ar é considerada o elemento climático com influência mais importante sobre o ambiente físico do animal (McDowell, 1975). Dentro da ampla faixa de temperatura podem ser definidas zonas térmicas que proporcionam maior ou menor conforto ao animal. Os animais, para terem máxima produtividade, dependem de uma faixa de temperatura adequada, também chamada zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo.

Segundo Ferreira (2005) pode-se considerar os seguintes valores para zona de conforto térmico (ZCT): 10 a 27°C de bovinos zebuínos adultos.

2.3. Índices de conforto térmico

O principal fator a ser considerado para garantir o conforto ao animal, em países tropicais e subtropicais, é minimizar os efeitos do estresse térmico. As condições climáticas nessas regiões são grande desafio aos produtores, por alterarem os três processos vitais dos animais: a manutenção, a reprodução e a produção de leite (Head, 1995).

O meio ambiente inclui todos os fatores externos que interagem com os animais, entre esses os térmicos, representados pela temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do ar e radiação, cujo efeito combinado pode ser quantificado pelo índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), que afeta diretamente o animal (West, 1999). Condições térmicas ambientais diferentes daquelas consideradas termoneutras podem comprometer o desempenho animal. O ambiente térmico engloba, em geral, os efeitos da radiação solar, temperatura (TA), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (VV) (Falco, 1997; Baêta & Souza, 1997), sendo a combinação TA e UR o principal condicionante para o conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos.

Nããs (1989) classificou os índices de conforto térmico conforme as variáveis que servem de base para seu desenvolvimento. Os índices biofísicos são os baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente e correlacionam os elementos de conforto com as trocas de calor que os originam. Os índices fisiológicos são os que se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar; já os índices subjetivos

são os que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto, experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

De acordo com Johnson (1987), o nível de velocidade do vento, a radiação solar e a umidade relativa do ar podem alterar a zona de conforto térmico; desta forma, acima da temperatura crítica superior uma velocidade maior do vento vai estender essa zona e o aumento da radiação solar e da umidade vão baixar a temperatura crítica superior; assim, a temperatura crítica inferior pode ser alterada.

Clark (1981), afirma que se deve levar em conta, no desenvolvimento de um índice de conforto térmico, os elementos meteorológicos mais importantes ao desenvolvimento da espécie animal e o peso que deve ser dado aos vários elementos, refletindo sua importância relativa ao animal de certa idade com determinadas características.

2.4. Índices climáticos

Nos climas subtropicais e tropicais, como é o caso do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade são, muitas vezes, limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão do estresse a eles associado; de acordo com Lu (1989) um aumento de temperatura ambiente acima da crítica superior gera reações ou respostas fisiológicas, tais como aumento da temperatura da pele, da temperatura retal, da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e do nível de produção. As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas dos animais e ocasionam o declínio na produção, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos (Grant & Albright, 1995).

A umidade atmosférica é uma variável que influencia sobremaneira o balanço calórico em ambientes quentes em que a perda de calor por evaporação é crucial à homeotermia (Young, 1988). Maior pressão de vapor devida à alta umidade do ar conduz à menor evaporação da água contida no animal para o meio, tornando o resfriamento do animal mais lento. Menor pressão de vapor, por sua vez, proporciona resfriamento do animal mais rapidamente em decorrência da maior taxa de evaporação da água através da pele e do aparelho respiratório. Essas duas situações são encontradas em climas quentes e úmidos e quente e seco, respectivamente (McDowell, 1975).

A umidade também interfere nas condições finais de conforto térmico, em virtude de promover uma sensação térmica inapropriada, justamente por não permitir uma evaporação maior e, conseqüentemente, perda de calor por evaporação da água ou do suor, contidos na pelagem (Muller, 1982).

Com relação aos bovinos, cerca de 75% da troca de calor corporal com o ambiente, se faz por meio da condução, da convecção e da evaporação, sendo importante, portanto, que a UR não ultrapasse 70% (Nããs, 1989).

A velocidade do vento influencia positivamente na condição de conforto dos animais auxiliando-os na manutenção de sua produtividade. Segundo McDowell (1989) ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 m s⁻¹ são ideais para a criação de animais domésticos, causando preocupações quando este atinge 8,0 m s⁻¹.

Scott et al. (1993) confirmam que a transferência total de calor do animal para o meio ambiente depende da magnitude e da direção dos gradientes de temperatura e pressão de vapor, da velocidade do vento sobre a superfície corpórea e da temperatura das superfícies radiantes do animal. Para Ferreira et al. (2006), em condições de desconforto térmico e a movimentação do ar é considerada um fator indispensável para a melhoria das condições ambientais, haja vista que influi na perda de calor pela superfície corporal através da evaporação da umidade da pele do animal. A velocidade do ar influi também indiretamente sobre a quantidade de calor radiante que um animal recebe ao modificar a temperatura dos objetos que o rodeiam.

Segundo Teixeira (2000) as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região, são determinantes no sucesso da atividade através da adequação do sistema produtivo, às características do ambiente e ao potencial produtivo dos ruminantes. É oportuno salientar que, quando a temperatura ambiente supera o valor máximo de conforto para o animal, a umidade relativa do ar passa a ter importância nos mecanismos de dissipação de calor uma vez que, condições de umidade elevada, o ar úmido saturado inibe a evaporação da água através da pele e do trato respiratório e o ambiente se torna mais estressante para o animal (De La Sota et al., 1995).

2.5. Índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Os índices de conforto, segundo Nããs et al. (1995), são importantes para o produtor, já que conseguem quantificar e reduzir a um único valor, o efeito do estresse térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevaletentes em certo momento. O ITU foi desenvolvido, originalmente, por Thom (1959) como o índice de conforto térmico humano e, posteriormente, utilizado para descrever o conforto térmico de animais. A grande vantagem do ITU é que este índice engloba os efeitos combinados

de temperatura de bulbo seco e umidade para o conforto e performance animal (Buffington et al., 1981).

Johnson et al. (1962) e Cargill & Stewart (1966) observaram quedas significativas na produção de leite de vacas, associadas ao aumento no valor de ITU. Da mesma forma Hahn (1985) também encontrou queda na produção de leite, associada ao valor de ITU. Baseando-se na temperatura retal, Azevedo (2004) estimou valores críticos de ITU iguais a 80, 77 e 75 para vacas $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês x Gir.

De acordo com Kelly & Bond (1971) quando em condições de clima tropical, o animal pode estar exposto a carga térmica radiante maior que sua produção de calor metabólico resultando, portanto, em alto nível de desconforto. Neste caso, somente o ITU não reflete o ambiente térmico e, portanto não seria o mais adequado para avaliar o desconforto e subseqüentes perdas na produção, sob essas condições (Aguiar, 1999).

O ITGU (índice de temperatura de globo e umidade) integra a temperatura e umidade relativa do ar, nível de radiação e movimentação do ar, em um único valor.

O ITGU é um indicador mais acurado do conforto dos animais que o ITU, sob condições severas de estresse pelo calor, sendo os dois índices similares indicadores do conforto animal sob condições de estresse moderado. De acordo com Buffington et al. (1981), o ITGU é o índice mais utilizado pela maioria dos pesquisadores para avaliação do conforto em animais.

O ITGU é considerado, por vários autores, o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiente; existem atualmente, limites de ITGU definidos para diversas espécies de animais, especialmente os de interesse zootécnico em 1976 o National Weather Service – USA, concluiu, após treze anos de estudo, que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa e, acima de 84, emergência apud (Baêta & Souza 1997).

Buffington et al. (1981), relataram que a produção de leite apresentou correlação mais alta com o ITGU que com ITU sob radiação solar direta. À sombra, os índices estiveram correlacionados à produção, aproximadamente na mesma magnitude.

2.6. Índices fisiológicos

Com a evolução da bovinocultura surgiu uma série de problemas metabólicos e de manejo destacando-se, entre eles, o estresse calórico. A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta à medida em que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente, ultrapassa a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação de calor

que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho.

O estresse calórico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado, mediante mensuração de variáveis fisiológicas, tais como temperatura retal, frequência respiratória e concentrações hormonais. Do ponto de vista bioclimático, mesmo para animais cruzados, considerados tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações comportamentais e fisiológicas (Ferreira et al., 2006).

A intensidade nas alterações fisiológicas e comportamentais durante o processo de termorregulação é diretamente dependente de características anatomofisiológicas relacionadas à capacidade dos animais em trocar em calor com o meio ambiente. Destaca-se que, além das diferenças entre as raças, para cada uma delas há indivíduos com maior ou menor capacidade adaptativa ao ambiente (Domigues, 1981). Curtis (1993) afirma que o conforto térmico é caracterizado pela sensação de bem-estar ocasionado por um ambiente em função de sua temperatura, umidade, circulação de ar e trocas radiantes.

As respostas gerais ao estresse em mamíferos incluem aumento de taxas respiratórias, ofego, salivação, taxas cardíacas reduzidas e sudação profusa (Yousef & Johnson 1985), diminuição do consumo alimentar e na produção de leite (Albright & Alliston 1972).

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela temperatura retal (TR). Os bovinos apresentam a capacidade de manter a temperatura corporal relativamente constante, porém, em condições de estresse térmico e dependendo da intensidade e da duração desse estresse, podem apresentar temperatura corporal elevada, ou seja, hipertermia (Baccari Junior et al., 1995).

Silva (2000) cita que em razão das diferenças na atividade metabólica dos diversos tecidos, a temperatura não é homogênea no corpo todo e varia de acordo com a região anatômica. As regiões superficiais apresentam temperaturas mais variáveis e mais sujeitas às influências do ambiente externo. O mesmo autor afirmou que a temperatura retal é um bom indicador da temperatura corporal.

A medida da temperatura retal é usada, frequentemente, como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes visto que seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes para manter a homeotermia (Mota, 1997).

De acordo com Wolff & Monty (1974) a resposta da frequência respiratória ao estresse térmico se dá, em primeiro momento, por estímulos periféricos, ou seja, o aumento da frequência respiratória ocorre em função da elevação da temperatura da pele, antes mesmo da elevação da temperatura retal. Os autores ainda argumentam que o aumento da temperatura interna atua como estímulo central, reforçando o estímulo periférico.

O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3% na temperatura retal e de 194% na frequência respiratória com alterações, respectivamente, de 38,6 para 39,9 °C e de 32 para 94 mov min⁻¹ em vacas leiteiras (McDowell, 1972).

Segundo Arrilaga et al. (1962) quando a frequência respiratória varia entre 15 e 30 mov min⁻¹ é considerada normal, sendo que Bodisco et al. (1973) cita variações entre 38,0 a 39,3 °C para TR são normais para bovinos, em ambientes quentes.

O primeiro sinal visível de resposta ao estresse térmico é a taquipneia, embora este seja o terceiro mecanismo na sequência de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese ocorrem antes (Cunningham, 1999). O aumento da frequência respiratória, quando considerada por curto período, se caracteriza como um mecanismo eficiente de perda de calor; entretanto, quando este mecanismo passa a ser exigido durante períodos prolongados, pode acarretar problemas aos animais, tais como: interferir na ingestão de alimentos e ruminação, proporcionar calor endógeno adicional em função da atividade muscular (ofegação), desviar energia de outros processos metabólicos e, ainda, redução da capacidade combinante do CO₂ com conseqüente diminuição na concentração de ácido carbônico no sangue resultando em alcalose respiratória (Benjamin, 1981).

A pele protege o organismo do animal do calor ou do frio e sua temperatura varia segundo as condições ambientais de temperatura, umidade, radiação solar e velocidade do vento, bem como de fatores fisiológicos como vasodilatação e sudorese.

Baccari Junior (2001) relatou que, em temperaturas do ar amenas (estresse brando), os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele utilizando os mecanismos de radiação, condução e convecção, processos físicos conhecidos como perda de calor sensível.

Baccari Junior et al. (1978) estudaram a diferença entre a temperatura retal e a da pele, em garrotes Chianina e notaram que a temperatura da pele média foi mais baixa que a retal. Da mesma forma, Cappa et al. (1989) e Aguiar (1999) avaliaram o gradiente

térmico de vacas holandesas em lactação e observaram que a temperatura da pele foi mais baixa que a retal.

O objetivo deste trabalho foi verificar os índices de conforto e as respostas termorreguladoras de bovinos Sindi e Guzerá, semiconfinados no agreste paraibano, avaliando e estimando valores críticos desses índices para as duas raças.

2.7. Referências Bibliográficas

- Aguiar, I. S. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas sob o sol e com acesso a sombra natural. Botucatu, SP. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 1999, 76p. Tese Doutorado.
- Aguiar, I. S.; Targa, L. A. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural. *Energia na Agricultura*, v.14, n.4, p.9-21, 1999.
- Albright, J. L; Alliston, C. W. Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. *Journal Animal Science*, n.32, p.566-577, 1972.
- Andrade, L. A.; Oliveira, F. X.; Neves, C. M. L.; Felix, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.2, n.2, p.135-142. 2007.
- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. Instituto FNP. Agra FNP Pesquisas Ltda. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio. 2007.
- Armstrong, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*. v.77, n.7. p.2044-2050. 1994.
- Arrilaga, G. G.; Hennig, W. L.; Miller, R. C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. *Journal Animal Science*, v. 11, n. 1, p. 50-60, 1962.
- Azevedo, M. Efeitos do verão e inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandesas-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2004. 85p. Tese Doutorado em Ciência Animal.
- Baccari Junior, F.; Ramos, A. A.; Villares, JB. Temperaturas internas e externas de bovinos chianina e zebuínos Nelore. In: Congresso Internacional da Raça Chianina, 2, 1978, São Paulo. Anais... São Paulo, p.147-153, 1978.
- Baccari Junior, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142 p.
- Baccari Junior, F. Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 24-65, 1998.
- Baccari Junior, F.; Aguiar, I. S.; Dalfava, C.; Brasil, L.H.A.; Gottschalk, A. F. Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e água. In: Congresso de Zootecnia, 6. 1997 Lisboa. Anais... Lisboa: APEZ. p.331-336, 1997.

- Baccari Junior, F.; Aguiar, I. S.; Teodoro, S. M. Hipertemia, taquipinéia e taquicardia em vacas holandesas malhadas de vermelho sob estresse térmico. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Jaboticabal. 1995. Anais... Jaboticabal: FUNEP. p.15-16. 1995.
- Baêta, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. Missouri, CO: University Missouri, 1985. 218p. Ph. D. Thesis.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais – conforto animal*. Viçosa: editora UFV, 1997. 246 p.
- Barbosa, F. A. Uso de tecnologias para aumento da produtividade em pecuária de corte, 2005. <http://www.rehagro.com.br> . 23 Mar. 2008.
- Barbosa, O. R.; Macedo, F. De A. F. de; Groes, R. V. de; Guedes, J. M. F. Utilização de um índice de conforto térmico no zoneamento bioclimático da ovinocultura. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.24, n.5, p. 661-671, 1995.
- Becker, B. A. et al. Effect of a hot environment on performance, carcass characteristics, and blood hormone and metabolites of pigs treated with porcine somatotropin. *Journal of Animal Science*, v.70, n.9, p.2732-2740, 1992.
- Benjamin, M. M. *Fluid and eletroctrolytes. Outline of veterinary clinical pathology*. Ames: Iowa State University Press, 1981. 12p.
- Bodisco, V.; Manrique, U.; Valle, A: et al. Tolerância al calor e humeded atmosférica de vacas Holstein, pardas suizas y guernsey. *Agron. Trop.*, 23(3):241-261. 1973.
- Buffington, D. E.; Collazo Arocho, A.; Canton, G. H. ; Pitt, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, MI, V.24, n. 3, p. 711 - 714, 1981.
- Cappa, V.; Vazhapilly, P.; Maianti, M. G. et al. Effect of environment variations (microclimate) on the performance of dairy cows. *Scienza e Tecnica Latiero-Casearia*, v.40, p.98-115. 1989.
- Cargill, B. F.; Stewart, R. E. Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows. *Transactions of ASEA*, v.9. p.703-706, 1966.
- Chevillon, P. O. Bem estar dos suínos durante o pré-abate e o atordoamento. I Conferência Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2000. <http://www.embrapa.gov.br> . 05 Nov. 2007.
- Clark, J. A. *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. London: Butterworths, 1981. 511 p.
- Cunningham, J. G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1999. 528p.

- Curtis, S. E. Environmental management in animal agriculture. AMES: The Iowa State University Press, 1993. 400 p.
- Curtis, S. E. Environmental management in animal agriculture. AMES, Iowa States University Press, 1983. 403p
- De La Sota, R. L.; Risco, C. A.; Moreira, F.; et al. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 74, suppl. 1, p. 133, 1995.
- Dobson, H.; Smith, R.F. What is stress, and how does it affect reproduction? *Animal Reproduction Science*, v.60-61, n.2, p. 743-752, 2000.
- Domingues, O. Elementos de Zootecnia tropical. 5.ed. São Paulo: Livraria Nobel. 1981. 143p.
- Falco, J. E. Bioclimatologia animal. Lavras: UFLA, 1997. 57 p
- Ferreira, F.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Coelho, F. G.; Carvalho, A. U.; Ferreira, P. M.; Facury Filho, E. J.; Campos, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.
- Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. 1. Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 2005. 371p.
- Gonçalves, A. P. et al. Efeitos ambientais na nutrição de bovinos. 24 Set. 2004. <http://www.becfpoint.com.br>. 15 Dez. 2007.
- Grant, R. J.; Albright, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Jornal Animal Science*, v. 73, p. 2791-2803, 1995.
- Hahn, G. L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: Yousef, M. K. *Stress physiology in livestock*. v.2, p.151-174. 1985.
- Head, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2, 1995, Anais... Jaboticabal: SBEA, 1995. p.26-68.
- Johnson, H. D.; Ragsdale, A. C.; Berry, I. L. et al. Effects of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. Columbia: Missouri Agricultural Experimental Station, Research Bulletin, 791. 1962.
- Johnson, H. D. Bioclimatology and adaptation of livestock. Amsterdam: Elsevier. 1987. 279p.
- Kelly, C. F.; Bond, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. National Academy of Sciences. A guide to environmental research on animals. Washington, 1971.

- Lu, C. D. 1989. Effects of heat stress on goat production. *Small Ruminant. Revista.* , Amisterdan, v. 2, p. 151-162, 1989.
- Martello, L. S.; Savastano Junior, H.; Silva, S. da L.; Titto, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004, vol.33, n.1, p.181-191, 2004.
- McDowell, R. E. Bases biológicas de la producción animal in zonas tropicales. São Paulo: Ícone, 1989.
- McDowell, R. E. Improvement of livestock production in warm climates. San Francisco: Freeman & Co, 1972. 71p.
- McDowell, R. E. Bases biológicas de la production animal em zonas tropicales. 1.ed. Zaragoza: Acribia, 1975. 692p.
- Melo Filho, G. Guzeraeg – 26 anos de tradição. <http://www.guzeraeg.com.br>. 10 Out 2007.
- Mota, L.S. Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras. – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 1997. 69p. Tese Doutorado.
- Muller, P. B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 2.ed. Porto Alegre: Sulina. 1982. 158p.
- Nãas, I. A. Princípios de Conforto Térmico na Produção Animal. São Paulo: Ed. Ícone, 1989. 183 p.
- Nãas, I. A.; Arcaro Jr., I. Influência da ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.5, n.1, p. 139-142, 2001.
- Nãas, I. A.; Moura, D. J.; Laganá, C. A. Utilização da entalpia como variável física de avaliação do conforto térmico na avicultura de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia e Avícolas, 1., 1995, Curitiba. Anais... Campinas: Facta, p.201-2. 1995.
- Pedreira, J. V. S. Crescimento estacional dos capins *Panicum maximum* Jacq, *Melins minutiflora* Pal de Beauv, *Hiparrhenia rufa* (Ness) Stapf e *Digitaria pentz* II Stent. *Boletim de Indústria Animal*, v.30, n.1, p. 59-145, 1973.
- Pimentel, J. C. M. Fatores críticos ao desenvolvimento do sistema agroindustrial do leite no nordeste. In: I Congresso Nordestino de Produção Animal, 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: CNPA, 1998, v.1, p.49-52.
- Sevegnani, K. B.; Ghelfi Filho, H.; Silva, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 51, n.1, p.01-07, 1994.

- Silva, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- Scott, I. M. et al. Effect of programmed diurnal temperature cycles on plasma thyroxin level, body temperature, and feed intake of Holstein dairy cows. *Int. J. Biometereol.*, Berlim, v.27, p.47-62. 1993.
- Souza, B. B.; Silva, R. M. N.; Marinho, M. L. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça sindi no semi-árido paraibano. *Ciências e Agrotecnologia*, v. 31, n. 3, p.883-888, maio/jun. 2007.
- Teixeira, M. Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 2000. 62p. Dissertação Mestrado.
- Teodoro, R. L.; Verneque, R. da S.; Martinez, M. L. Raça Sindi: Uma opção na produção de leite para o semi-árido Brasileiro. CNPGL-EMBRAPA, 2005. <http://www.cnpgl.embrapa.br/sindi/index>. 15 Dez. 2007.
- Thom, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, Boston, v. 12, n. 1, p. 57-60, 1959.
- Timmons, M. B.; Gates, R. S. Predictive model of laying hen performance to air temperature and evaporative cooling. *Transaction of the ASAE*, v.31, n.5, 1503-1509, 1998.
- Titto, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na produção de leite, Piracicaba, 1998. Anais... Piracicaba: FEALQ. 1998. p.10-23.
- Turco, S. H. N.; Araújo, G. G. L.; Bade, P. L. Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamentos a céu aberto, nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004. Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: SBZ. 2004.
- Young, B. A. Effect of environmental stress on nutrient needs. In: Church, D. C. ed. *The ruminant animal*. New Jersey: Prentice Hall, p. 456-467. 1988.
- Yousef, M. K.; Johnson, H. D. Endocrine system and thermal environment. In: Yousef, M. K. *Stress physiology in livestock*. Boca Raton: CRC Press, v.1, p.133-142. 1985.
- West, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.21-35, supplement 2, 1999.
- Wolff, L. K.; Monty, D. E. Physiologic responses to intense summer heat stress and its effect on the estrous cycle of non-lactating and lactating Holstein-Friesian cows in Arizona. *American Journal of Veterinary Research*, v.35, p.187-192, 1974.

Capítulo II

Índices de conforto térmico para tourinhos Sindi e Guzerá semiconfinados no agreste paraibano

Índices de conforto térmico para tourinhos Sindi e Guzerá semiconfinados no agreste paraibano

Resumo: Objetivou-se, no estudo, estabelecer os índices críticos de tourinhos Sindi e Guzerá, através do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), estimando-se esses valores com base nos parâmetros fisiológicos: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura de pele (TP). O estudo foi realizado de julho a setembro, na estação experimental de Alagoinha, pertencente à EMEPA-PB, no Agreste Paraibano. As medidas para análise de correlação entre as variáveis e regressão foram obtidas de 16 animais, dos quais oito de cada raça. Nos horários mais quentes do dia os índices de conforto nas instalações estiveram fora da zona de conforto térmico. Os valores de ITU (77,5) e ITGU (78,6) atingiram níveis considerados críticos, mas a frequência respiratória (24) e a temperatura retal (39) se mantiveram dentro da normalidade para a espécie. A TR foi a melhor indicadora para estabelecer os níveis críticos de ITU e ITGU. Níveis críticos de 77,5 e 78,6 para ITU e ITGU foram estimados respectivamente, para tourinhos Guzerá, enquanto nos tourinhos Sindi os valores estimados de ITU e ITGU foram 77,2 e 78,6, respectivamente.

Palavras-chave: bovinæ - tourinhos, índices ambientais, resposta fisiológica

Indexes of thermal comfort for bulls sindi and guzerá semi-confined in agreste paraibano

Abstract: It was aimed at to establish the critical indexes of bulls Sindi and Guzerá, through the temperature index and humidity (ITU) and index of temperature of black globe and humidity (ITGU), esteeming those values basing on the physiologic parameters: rectal (TR) temperature, breathing (FR) frequency and skin (TP) temperature. The study was accomplished from july to september in the experimental station of Alagoinha belonging to EMEPA-PB, in Agreste Paraibano. The measures for correlation analysis between the variables and regression were obtained of 16 animals, being eight of each race. In the hottest schedules of the day, the comfort indexes in the facilities were out of the area of thermal comfort. The values of ITU (77,5) and ITGU (78,6) reached levels considered critical but the breathing (24) frequency and the rectal (39) temperature stayed inside of the normality for the species. The TR was the indicative best to establish the critical levels of ITU and ITGU. They were dear critical levels of 77,5 and 78,6 for ITU and ITGU, respectively, for bulls Guzerá. In the bulls Sindi the dear values of ITU and ITGU were 77,2 and 78,6, respectively.

Key Words: bovinæ – bulls, indexes environment, physiologic answer

Introdução

Em climas tropicais e subtropicais, como o Brasil, as altas temperatura do ar (TA) e da umidade relativa do ar (UR), têm-se mostrado limitantes à produção e à reprodução de animais de elevado potencial de produção. Ferreira (2005) argumenta que, nos trópicos, o maior problema de desconforto é a eliminação do calor corporal para o ambiente e que o fator limitante da exploração animal não está relacionado apenas com as altas temperaturas, mas, também, com a associação destas com a umidade relativa e a baixa movimentação do ar.

O estresse pelo calor ocorre quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade da espécie e representa um obstáculo na obtenção de melhores índices de produtividade dos animais domésticos, criados nas regiões tropicais.

Considera-se que o animal está em estado de estresse quando se fazem necessários ajustamentos naturais ou artificiais em seu comportamento e/ou fisiologia, com a finalidade de facilitar a expressão de seu fenótipo frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente.

São vários os indicativos para caracterizar o conforto e o bem-estar animal, entre eles os índices de conforto térmico, determinados por meio dos fatores climáticos (Albright, 1993). Alguns índices têm sido desenvolvidos e usados para prever o conforto ou o desconforto das condições ambientais. O índice de conforto mais comum é o índice de temperatura e umidade (ITU), originalmente desenvolvido por Thon (1958), que considera os efeitos combinados da temperatura e umidade relativa do ar.

De acordo com Hahn (1985) o valor de ITU menor ou igual a 70 indica condição normal, não estressante; entre 71 e 78 crítico; entre 79 e 83 indica perigo e, acima de 83, constitui situação de emergência.

O ITGU é considerado, por vários autores, o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiente; atualmente, há limites de ITGU definidos para diversas espécies de animais, em especial os de interesse zootécnico, mas já em 1976, o National Weather Service – USA – concluiu, após treze anos de estudo, que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84, emergência (Bacta & Souza, 1997).

Os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nos processos fisiológicos que propiciam indicação da resposta animal. A temperatura retal é a avaliação direta da

alteração do equilíbrio térmico. Outras reações podem ser avaliadas e são complementares, indicando o meio pelo qual o animal tenta manter sua homeotermia (Turco et al., 2004).

O ritmo respiratório dos animais está relacionado com a temperatura do ar (Seath & Miller, 1947). Segundo Arrilaga et al. (1962) a frequência respiratória, quando varia entre 15 e 30 mov min⁻¹ é considerada normal.

De acordo com Bodisco et al. (1973), variação entre 38,0 a 39,3 °C para temperatura retal é normal para bovinos, em ambientes quentes. A temperatura retal é usada com frequência como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes, Motta (1997).

A TP, associada a outros parâmetros fisiológicos, está sendo utilizada por alguns pesquisadores como indicativo de estresse térmico em animais (Aguiar, 1999; Cappa et al., Baccari Junior. et al., 1978). Segundo Baccari Junior. (2001), existe um gradiente térmico no organismo do animal, de modo que a temperatura é mais elevada no seu interior e diminui até a periferia (pele e pelos).

O objetivou-se neste trabalho, avaliar, comparar e estabelecer índices de conforto térmico para as raças estudadas com relação à tolerância ao calor, e estimar seus valores críticos, baseando-se nos parâmetros fisiológicos.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. - EMEPA, localizada na mesorregião do Agreste Paraibano, no município de Alagoinha, PB. A estação fica situada nas coordenadas geográficas 6° 57' 00" S e 35° 32' 42" W. Gr., com altitude de 154 m. O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido) com chuvas de outono-inverno. A época chuvosa se inicia em fevereiro ou março, prolongando-se até julho ou agosto. As precipitações pluviais atingem uma média de 990 mm anuais.

O experimento foi realizado no período de julho a setembro de 2007, compreendendo um total de 73 dias, sendo 13 dias de período pré-experimental, objetivando-se adaptar os animais as instalações, alimentação e manejo, e 60 dias de período experimental.

Utilizaram-se 16 bovinos das raças Sindi e Guzerá (08 animais de cada raça), com idade média de 30 ± 5 e 33 ± 3 meses, respectivamente, e peso vivo médio da raça Sindi de $317 \pm 38,25$ kg e do Guzerá $404 \pm 33,09$ kg. No início do experimento todos os animais foram vermifugados e ficaram alojados em uma instalação, com orientação no sentido Norte-Sul, tendo as seguintes dimensões 13,5 m de comprimento por 11,5 m, de largura, pé direito de 3,25 m, piso cimentado e cochos individuais de alvenaria, separados por uma estrutura de madeira, com as seguintes medidas 0,56 m x 0,64 m. Os animais foram distribuídos aleatoriamente, mantidos presos por meio de corda e passaram por um regime de confinamento diário de 12 h, ficando confinados das 5 h da manhã e soltos às 10 h da manhã e confinados novamente, às 11 h da manhã e soltos às 17 h, no campo.

A dieta foi formulada com base no NRC (1996) para atender aos tourinhos Sindi em terminação com peso vivo médio de $317 \pm 38,25$ kg e os tourinhos Guzerá, com $404 \pm 33,09$ kg, com ganho de peso, consumo de matéria seca e proteína bruta de $0,500 \text{ kg dia}^{-1}$, $8,2 \text{ kg dia}^{-1}$ e 10,67 %, respectivamente.

O fornecimento da ração foi realizado individualmente, duas vezes ao dia, às 6 e às 13 h. A quantidade de ração fornecida a cada animal foi de 20,87 kg de volumoso e 2,0 kg de concentrado, reajustada diariamente, de acordo com o consumo do dia anterior, permitindo sobras em torno de 20% do total fornecido, a fim de proporcionar ingestão voluntária.

As variáveis ambientais foram monitoradas, no ambiente interno das instalações, durante o período experimental, através de sensores acoplados ao datalogger da marca (HOBO®H8). A cada 2 h se coletaram as seguintes variáveis: temperatura do ar (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu) e temperatura do globo negro (Tgn), sendo que para a temperatura do globo negro (Tgn), foi implantado um sensor de temperatura, no centro geométrico de um globo esférico, pintado com tinta preta fosca.

A velocidade do vento (VV) e a umidade relativa do ar (UR) foram mensuradas com a utilização de um anemômetro digital portátil (LM-8000 Lutron), em três pontos das instalações início, meio e fim, e depois feita média desses dados. Através dos dados coletados se calcularam os índices de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).

As variáveis fisiológicas analisadas foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura de pele (TP), coletadas duas vezes por semana, em três horários distintos, às 6, 12 e 16 h, durante duas semanas consecutivas e uma sem medição das variáveis. Realizou-se a medição da temperatura retal (TR) através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 5 cm, permanecendo aí 2 min; após este tempo se fez a leitura da temperatura retal; a frequência respiratória (FR) foi realizada através da observação direta no flanco do animal, contando-se o número de movimentos durante 15 s e o valor obtido multiplicado por 4, obtendo-se a frequência respiratória por minuto. Para a coleta da temperatura da pele (TP), utilizou-se um termômetro infravermelho digital da marca RAYTEC, modelo RAYSTPHC, na região dorsal, em distância aproximada de 50 cm. As correlações entre os índices de conforto e os horários foram valores médios de todo o período experimental.

Os valores dos índices de conforto ITU e ITGU que se correlacionaram com as variáveis fisiológicas foram médias dos horários e dias em que foram mensuradas.

Análises de correlação de Pearson foram realizadas entre as variáveis fisiológicas e índices de conforto e análises de regressão com testes de ajuste de modelo visando estimar níveis críticos de índices de conforto térmico. Realizaram-se todos os procedimentos estatísticos utilizando-se o SAEG versão 5.0, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de significância de 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As variações nos índices de conforto térmico durante o período experimental estão representadas na Figura 1. Houve variação do ITU ao longo do dia, com o índice se elevando a partir das 6 h (69,1), atingindo o valor máximo às 13 h (76,2), começando a declinar a partir das 14 h, de forma gradativa, chegando ao valor de 74,8 às 16 h. Tomando-se por base os valores de Baeta & Souza (1997), observa-se que nos primeiros horários da manhã os animais ficaram dentro da zona de conforto térmico e, a partir das 8 h, como durante o restante do dia, os animais ficaram em situação de alerta, ou seja, de cuidado.

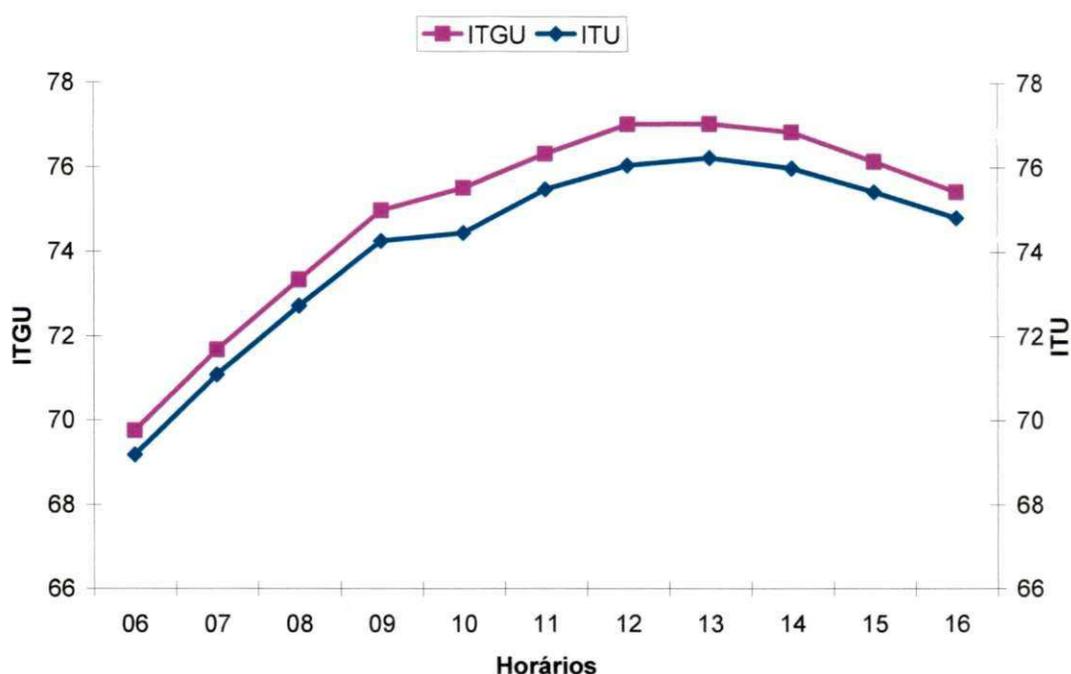


Figura 1 - Variação de ITU e ITGU durante o período experimental

Os valores médios de ITGU variaram de 69,7 às 6 h, para 76,3 às 11 h, atingindo o valor máximo de 77,0 às 13 h (Figura 1). Nas faixas propostas pela National Weather Service – USA (1976) apud Baeta e Souza (1997), os valores de ITGU para bovinos de até 74 definem situação de conforto; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84, emergência. Tomando-se por base esses valores, observa-se que nas primeiras horas da manhã o ambiente pode ser caracterizado como situação de conforto, mas, principalmente nos horários mais quentes do dia (12 às 14 h), os animais ficaram em situação de estresse térmico.

As correlações entre as variáveis fisiológicas dos tourinhos Sindi e Guzerá e índices de conforto se encontram nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Observa-se que não houve

correlação da variável fisiológica FR com os horários e os índices de conforto, em ambas as raças, ocorrendo correlação significativa ($P < 0,01$) entre a FR e TR e TP para a raça Sindi e entre a FR e TR para a raça Guzerá.

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) de Pearson, entre as variáveis fisiológicas dos tourinhos Sindi e os índices de conforto térmico ITU e ITGU

	Horários	Tourinhos Sindi				
		FR	TR	TP	ITU	ITGU
Horários	-	0,068 ^{ns}	0,549**	0,669**	0,840**	0,813**
FR	0,068 ^{ns}	-	0,241**	0,178**	0,071 ^{ns}	0,087 ^{ns}
TR	0,549**	0,241**	-	0,330**	0,361**	0,331**
TP	0,669**	0,178**	0,330**	-	0,782**	0,796**

FR = Frequência respiratória (mov. min^{-1}); TR = Temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$); TP = Temperatura de pele ($^{\circ}\text{C}$); ITU = Índice de Temperatura e Umidade; ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade

^{ns} = Não Significativo; ** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$, pelo teste F

Para os tourinhos Sindi e Guzerá, os valores do coeficiente de correlação entre a TR com ITU e ITGU foram significativos ($P > 0,05$), evidenciando a TR como melhor indicador de estresse térmico que a FR. A temperatura retal pode ser considerada índice de adaptabilidade fisiológica para o ambiente, haja visto que seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes para manter a homeotermia, (Mota, 1997). Também houve correlação entre a TR e os horários ($P > 0,05$), frequência respiratória ($p > 0,05$) e temperatura da pele ($p > 0,0$).

Tabela 2. Coeficientes de correlação (r) de Pearson, entre as variáveis fisiológicas dos tourinhos Guzerás e os índices de conforto térmico ITU e ITGU

	Horários	Tourinhos Guzerá				
		FR	TR	TP	ITU	ITGU
Horários	-	0,023 ^{ns}	0,440**	0,688**	0,840**	0,813**
FR	0,023 ^{ns}	-	0,259**	0,121 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,071 ^{ns}
TR	0,440**	0,259**	-	0,331**	0,277**	0,285**
TP	0,688**	0,121 ^{ns}	0,331**	-	0,800**	0,827**

FR = Frequência respiratória (mov. /min.); TR = Temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$); TP = Temperatura de pele ($^{\circ}\text{C}$); ITU = Índice de Temperatura e Umidade; ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade

^{ns} = Não Significativo; ** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$, pelo teste F

Comparando-se os índices de conforto e com base na TR, que demonstrou ser o melhor indicador de estresse térmico que a FR, pode-se concluir a vantagem que o ITGU tem em relação ao ITU na análise do calor ambiental sobre os tourinhos Guzerá, apesar das diferenças dos coeficientes de correlação terem sido pequenas; com base na TR fato inverso ocorreu com a raça Sindi, cujo ITU apresentou maior vantagem sobre o ITGU. São animais que têm a propriedade de ajustar bem a temperatura do corpo em relação ao ambiente sem, no entanto aumentar a frequência respiratória.

Por meio das análises de regressões linear, tanto para os tourinhos Sindi ($\text{FR1} = 18,035 + 0,0756 \text{ ITU}$, $r = 0,07$) (Figura 1), quanto para os tourinhos Guzerá ($\text{FR2} =$

19,609 + 0,0553 ITU, $r = 0,05$) (Figura 2), o que melhor explicou as variações de FR em função do ITU.

Observa-se, com o ITU de 66,3, que a FR foi de 24 mov min⁻¹ permanecendo sem alteração até o valor máximo de ITU, de 77,2. Considerando-se que o valor de ITU de 77 pode ser considerado como situação de alerta, este valor não foi confirmado no presente trabalho, visto que os animais permaneceram com a FR normal, mesmo com o ITU de 77,2. Essas raças são de origem “INDIANA” e se adaptaram à região Semiárida (Tropical) razão pela qual os valores propostos por (Baeta & Souza1997). Esses resultados diferem do que foi reportado por Lemerle & Goddard (1986) e Azevedo et al. (2005) com bovinos leiteiros, mecanismos homeostáticos, incluindo o aumento na FR podem prevenir elevação na TR antes que o ITU atinja o ponto crítico.

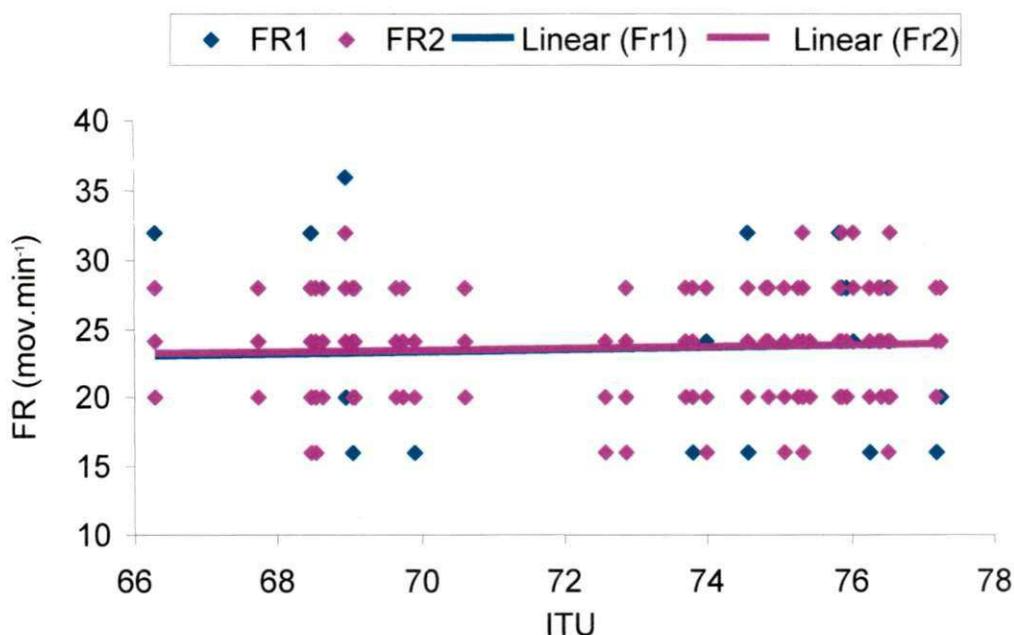


Figura 2. Frequência respiratória (mov min⁻¹) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Na frequência respiratória dos tourinhos em função do ITU, não houve significância em função dos valores de correlação do Sindi ($r = 0,07$) e Guzerá ($r = 0,05$). O modelo (Figura 3) que explica a FR em função do ITGU dos tourinhos Sindi foi o linear, expresso como $FR1 = 16,904 + 0,09 ITGU$ ($r = 0,09$). Para os tourinhos Guzerá, o modelo de regressão linear foi o $FR2 = 18,474 + 0,0699 ITGU$ ($r = 0,07$).

Nesse estudo não houve diferença entre os tourinhos Sindi e Guzerá, que estavam com FR de 24 mov min⁻¹ quando o ITGU foi 68,9, permanecendo com 24 mov min⁻¹ no maior valor do ITGU de 77,8. O “r” de 0,09 foi baixo, apresentando uma correlação baixa sem influência do ITGU na frequência respiratória, como já apresentado

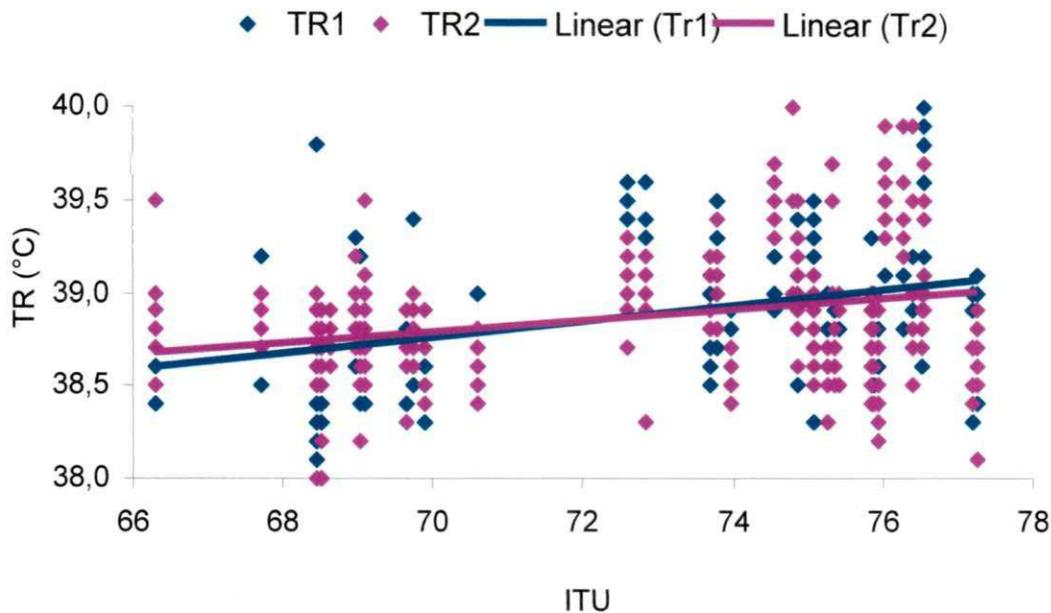


Figura 4. Temperatura retal (°C) de tourinhos Sindi e Guzera em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

A média da TR das raças com o respectivo desvio-padrão observado durante o período experimental, foi $38,8\text{ °C} \pm 0,17$, permanecendo dentro dos valores fisiológicos normais para a espécie, o que concorda com Du Perez (2000) ao afirmar que a TR deve ficar entre 38 e 39,5 °C, sob condições termoneutras. Silva (2000) considera hipertérmico o animal que apresenta uma TR maior que a média do lote mais um desvio-padrão; adotando-se esta recomendação, o limite para hipertermia das raças seria de 38,9 °C

Com relação ao ITGU, o modelo linear $TR1 = 36,175 + 0,0367\text{ ITGU}$ ($r = 0,33$) para o Sindi e $TR2 = 36,678 + 0,0298\text{ ITGU}$ ($r = 0,28$) para o Guzera, foi o que melhor explicou as variações de TR em função desse índice de conforto (Figura 5).

Observou-se, quando o ITGU atingiu seu valor máximo de 78,6, que a TR média dos tourinhos Sindi foi de 39,1°C enquanto no Guzera foi de 38,9°C. Segundo Baeta & Souza (1997) este valor de ITGU é considerado situação de alerta para bovinos; vê-se que houve uma pequena diferença entre as raças estudadas em virtude do valor de “r”; a TR não sofreu influência do ITGU, mantendo-se dentro da normalidade, para a espécie.

Segundo Kolb (1987) a temperatura retal média para bovinos com mais de um ano de idade é de $38,5 \pm 1,5\text{ °C}$. Um fator importante na avaliação da temperatura retal é a capacidade de adaptação do animal ao ambiente. Bovinos zebuínos adaptados aos trópicos são mais tolerantes aos efeitos extremos da temperatura quando comparados com os bovinos taurinos, mais adaptados aos climas temperados (Carvalho et al., 1995).

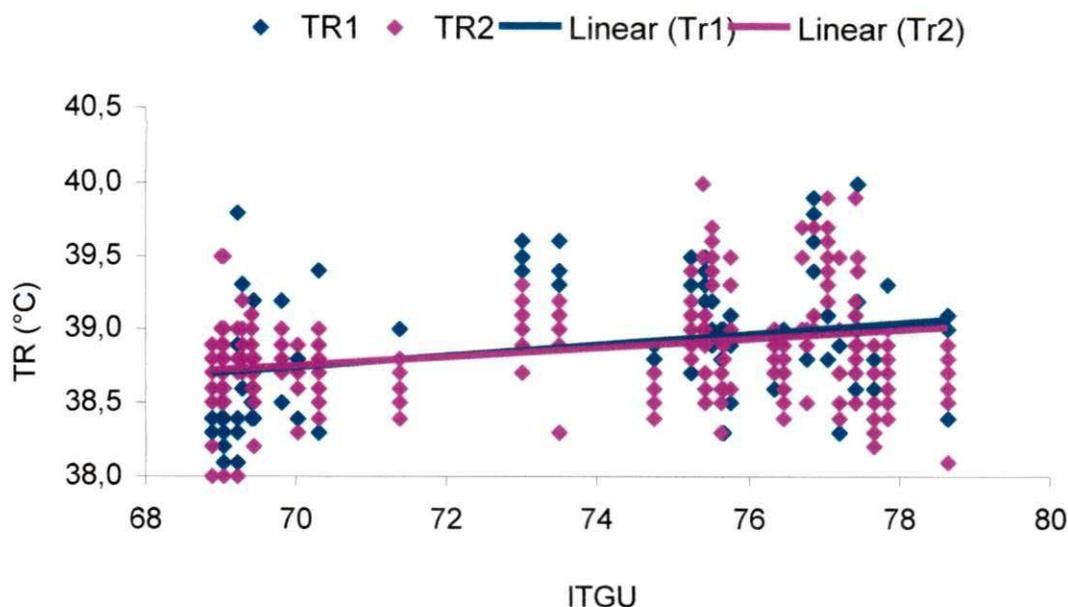


Figura 5. Temperatura retal (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

O teste de ajuste de modelos mostrou que o linear representado pelas fórmulas TP1 = $- 12,275 + 0,5877 \text{ ITU}$ ($r = 0,78$) e TP2 = $- 11,021 + 0,5685 \text{ ITU}$ ($r = 0,80$), foi o que melhor representou as variações de TP ocasionadas pelos aumentos no ITU (Figura 6) para os tourinhos Sindi e Guzerá, respectivamente.

Observa-se, no decorrer do dia, um aumento da temperatura de superfície da pele em relação ao ITU para os tourinhos. Percebe-se que no ITU de 66,3 a TP dos tourinhos Sindi foi de 27,5 °C sendo que, para os tourinhos Guzerá, foi de 26,5 °C; no ITU de 72,5, ambas as raças apresentaram o mesmo valor de TP (30,5 °C); no ITU máximo de 77,2, a raça Sindi indicou diferença de 1 °C a mais (33,5 °C) em relação ao Guzerá (32,5 °C); esta diferença está relacionada à cor da pelagem e tamanho do pelame, variáveis não estudadas.

Houve correlação significativa ($P < 0,01$) entre a variável fisiológica (TP) e o Índice de conforto.

Os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele por radiação, condução e convecção, ou seja, perda de calor sensível (Cunningham, 1999).

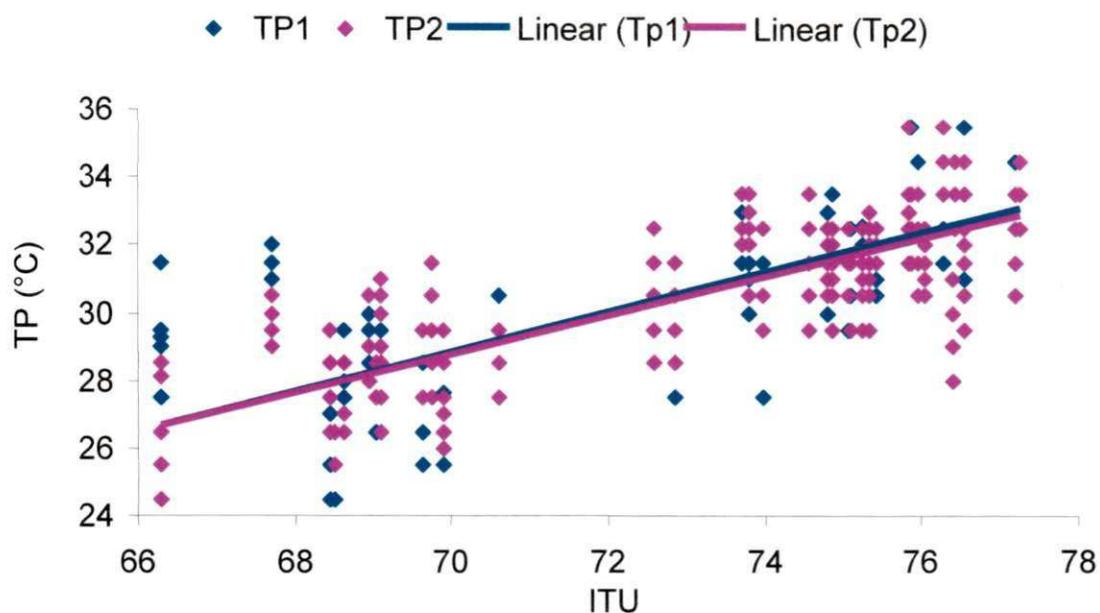


Figura 6. Temperatura de pele (°C) de tourinhos Sindi e Guzera em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

O ITU entre 72 a 78, apesar de ser considerado estressante por diversas fontes da literatura não foi nesta situação, associado à condição de estresse pelos animais, fato motivado por se tratar de animais que se adaptaram bem às condições tropicais.

O modelo selecionado para explicar as variações de TP em função do ITGU, foi o linear, expresso para o Sindi e Guzera, respectivamente, $TP1 = - 12,078 + 0,578 ITGU$ ($r = 0,80$) e $TP2 = - 11,458 + 0,5676 ITGU$ ($r = 0,83$) (Figura 7).

A TP apresentou diferença de 0,5 °C entre as raças Sindi e Guzera, para o ITGU de 69; no valor de 73,5 a 78,6 não houve diferença para os valores de TP nas raças. De acordo com o Serviço Meteorológico Americano, este valor de ITGU representa situação de alerta na classificação para bovinos, cujos índices foram adotados para se ter, como base, a realização do estudo e que para se pudesse, através deles estimar os próprios valores de acordo com a condição climática.

Sakurai & Dohi (1988) citados por Blackshaw & Blackshaw (1994), mostraram que, quando a temperatura do pelo de bovinos japoneses pretos, em pastejo, sob radiação solar direta, foi maior que 40°C por aproximadamente 30 minutos, o pastejo cessou e os animais procuraram sombra. Adotou-se a medida da temperatura da superfície da pele, por indicar mais rapidamente e de modo prático, se os animais se encontram fora da zona de conforto em uma amplitude que prejudique a sua produtividade. Sabe-se que a temperatura da pele sofre alterações mais rápidas em razão da dissipação de calor por condução do fluxo sanguíneo, do interior do núcleo corporal para a periferia, o que permite decisões imediatas que impeçam queda no desempenho dos animais. Observa-

se que os animais em estudo não apresentaram em momento algum tal condição, em que fossem necessários ajustes do meio.

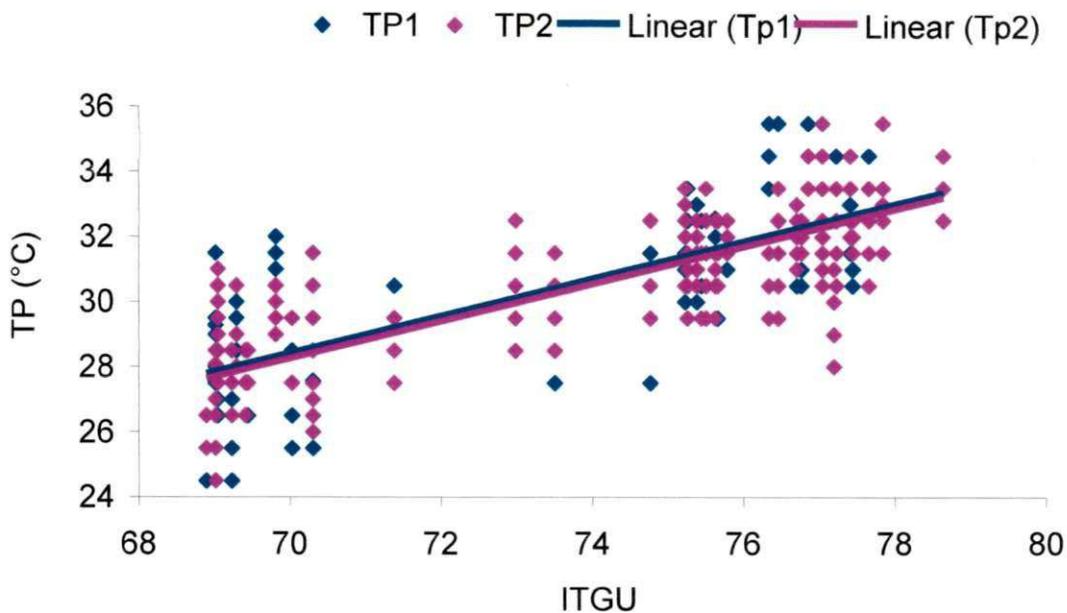


Figura 7. Temperatura de pele (°C) de tourinhos Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

No ITGU máximo de 78,6 os animais apresentaram apenas 33,50°C de TP, demonstrando que os animais estudados encontram-se adaptados ao ambiente do agreste paraibano. Bó et al., (2003), cita que os indianos são mais resistentes ao estresse calórico e a outros estressores ambientais que limitam a expressão das características produtivas nas áreas tropicais e subtropicais. As temperaturas de pele se correlacionaram positivamente ($P < 0,01$) com ITGU, indicando uma associação do aumento no índice de conforto térmico com as elevações naquele parâmetro fisiológico, respectivamente, caracterizando estresse ameno por calor, de acordo com a classificação de Armstrong (1994).

Conclusões

Os índices de conforto obtidos nas instalações para as condições deste experimento estiveram dentro da zona de conforto térmico com o ITGU de 78,6.

A frequência respiratória se manteve constante, durante todo o período experimental, mesmo atingindo valores de ITU (77,2) e ITGU (77,8), sinal de um bom indicador de resposta fisiológica dos animais.

Estimaram-se, com base na temperatura retal dos tourinhos Sindi e Guzerá valores críticos de 77 e 78,6 para ITU e ITGU, respectivamente, considerando-se a temperatura retal como critério.

Os tourinhos não apresentaram variação significativa nos índices fisiológicos, mesmo nos horários mais quentes do dia, evidenciando o quanto as raças são resistentes ao calor.

Referências Bibliográficas

- Aguiar, I. S. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas sob o sol e com acesso a sombra natural. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista. 76p. 1999. Tese Doutorado.
- Albright, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76,p.485-491,1993.
- Armstrong, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p. 2044-2050. 1994.
- Arrilaga, G. G.; Henning, W. L.; Miller, R. C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. *Journal Animal Science*, v. 11, n. 1, p. 50-60. 1962.
- Azevedo, M. de; Pires, M. de F. A; Saturnino, H. M.; Lana, A. M. Q.; Sampaio, I. B. M.; Monteiro, J. B. N.; Morato, L. E. Estimativa de níveis críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2000-2008. 2005.
- Baccari Junior, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.
- Baccari Junior, F.; Ramos, A. A.; Villares, J. B. Temperaturas internas e externas de bovinos chianina e zebrinos Nelore. In: Congresso Internacional da Raça Chianina, 2, São Paulo, 1978. Anais... São Paulo, p.147-153, 1978.
- Baêta, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. Missouri, CO: University Missouri, 1985. 218p. Ph. D. Thesis.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. Viçosa: editora UFV, 1997. 246 p.
- Blackshaw, J. K.; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and effect of shade on production and behavior: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.34, p.285-295, 1994.
- Bó, G. A.; Baruselli, P. S.; Martinez, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*,v.78. p.307-326, 2003.
- Bodisco, V.; Manrique, U.; Valle, A; et al. Tolerância al calor e humeded atmosferica de vacas Holstein, paardas suizas y guernsey. *Agron. Trop.*, 23(3):241-261. 1973.
- Cappa, V.; Vazhapilly, P.; Maianti, M. G. et al. Effect of environment variations (microclimate) on the performance of dairy cows. *Scienza e Tecnica Latiero-Casearia*, v.40. p.98-115. 1989.

- Carvalho, F. A. Lammoglia, M. A. Simões, M. J. and Randel, R. D. Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. *Journal of Animal Science*, Savoy, USA, v.73, p. 3570-73, 1995.
- Cunningham, J. G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 528p.
- Du Preez, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in south Africa. *Onderstepoort Journal Veterinary Research*, v.67, p.263-271, 2000.
- Ferreira, R. A. *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. 1. Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2005. 371p.
- Funarbe. SAEG - Sistema para análises estatísticas - versão 5.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993. 80 p.
- Hahn, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: Yousef, M.K. *Stress physiology in livestock*. Vol.II Ungulates. CRC Press inc. Boca Raton. p. 151-174. 1985.
- Kolb, E. *Fisiologia veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.
- Lemerle, C.; Goddard, M. E. Assessment of heat stress in dairy cattle in papua New guinea. *Animal Health Production*, v.18, p. 232-242, 1986.
- Mota, L. S. *Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras*. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 1997. 69p. Tese Doutorado.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy Press, 1996. 242p.
- Silva, R. G. *Introdução a bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- Stober, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral, In: *Exame clínico dos bovinos*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.419p.
- Thon, E. C. Cooling degress-day air conditioning, heating, and ventilating. *Transactions of the ASHRAE*, St.Joseph, v. 55, n, 7,p. 65- 72, 1958.
- Turco, S. H. N.; Araújo, G. G. L.; Bade, P. L. Respostas fisiológicas de caprinos e ovinos em confinamentos a céu aberto, nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 41. 2004. Campo Grande. MS. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004.

Capítulo III

Reações fisiológicas e desempenho dos tourinhos Sindi e Guzerá sob condições climáticas do agreste paraibano

Reações fisiológicas e consumo dos tourinhos Sindi e Guzerá sob condições climáticas do agreste paraibano

Resumo: Este estudo foi conduzido na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à EMEPA-PB, no município de Alagoinha, PB, no Agreste paraibano, região Nordeste do Brasil. Utilizaram-se 16 tourinhos das raças Sindi e Guzerá (8 animais de cada raça), de 30 a 33 meses. Objetivou-se avaliar alguns fatores do clima que influenciam a adaptação, as reações fisiológicas e desempenho dos animais e se Avaliaram as variáveis fisiológicas: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura da pele (TP); variáveis climáticas, desempenho animal; e consumo de matéria seca (CMS). As variáveis fisiológicas foram observadas 3 vezes ao dia (6, 12 e 16 h), em duas coletas semanais. A TR e a FR se mantiveram dentro da faixa considerada normal para a espécie bovina. Não houve influencia negativa no consumo de matéria seca em função dos índices de conforto. Os tourinhos apresentaram desempenho acima do esperado para a variável estudada, ganho de peso total (GPT), nas diferentes raças. Conclui-se, então, que os bovinos das raças Sindi e Guzerá responderam satisfatoriamente, mantendo a TR e a FR dentro dos padrões normais, indicativo de uma boa resposta fisiológica às condições climáticas do Agreste Paraibano.

Palavras chave: bovinæ – tourinhos, adaptabilidade, índice de conforto térmico

Physiologic reactions of bulls Sindi and Guzerá under climatic conditions of Agreste Paraibano

Abstract: This study was driven in the Experimental Station of Alagoinha, belonging EMEPA-PB, in the municipal district of Alagoinha-PB, in Agreste Paraibano, Northeast area of Brazil. It was used 16 bulls of the races Sindi and Guzerá (08 animals of each race), from 30 to 33 months. With this experiment it was aimed at to evaluate some factors of the climate that influence the adaptation, the physiologic reactions and acting of the animals. It was evaluated the physiologic variables: rectal (TR) temperature, breathing (FR) frequency and temperature of the skin (TP); climatic variables and animal acting; matter consumption dries (CM). The physiologic variables were observed 3 times a day (6, 12 and 16 h), in two weekly collections. Tr and FR stayed inside of the strip considered normal for the bovine species. There was not influences negative in the matter consumption dries in function of the comfort indexes. The bulls had an acting above the expected for the studied variable, It win of total (GPT) weight, in the different races. It is ended that the bovine of the race Sindi and Guzerá answered satisfactorily, maintaining TR and FR inside of the normal patterns, being indicative of good physiologic answer for the climatic conditions of Agreste Paraibano.

Key Words: bovinæ – bulls, adaptability, index of thermal comfort

Introdução

Para o Brasil, o efeito do estresse térmico se torna mais um agravante da produção animal, pois cerca de dois terços do seu território se encontram na faixa tropical do planeta, com predomínio de altas temperaturas, consequência da elevada radiação solar (Titto, 1998).

Os efeitos do ambiente tropical provocam alterações nos processos fisiológicos que por sua vez propiciam indicação da resposta animal. A temperatura do corpo é a avaliação direta da alteração do equilíbrio térmico. Outras reações podem ser avaliadas e são complementares, indicando o meio pelo qual o animal tenta manter sua homeotermia (McDowell, 1967).

Santos et al (1993) Afirma que o clima influencia, de forma direta e indireta, as condições do meio ambiente e conseqüentemente, o desenvolvimento animal. A influência direta se processa, sobretudo através da temperatura do ar, da radiação, da umidade relativa do ar e do vento. Esses componentes climáticos condicionam as funções orgânicas envolvidas na manutenção do equilíbrio térmico do corpo. Segundo Ferreira (2005) pode-se considerar zona de conforto térmico (ZCT), para zebuínos adultos temperaturas na faixa de 10 a 27 °C.

O estresse calórico da espécie *Bos indicus* (raças zebuínas), é atingido quando a temperatura do ar ultrapassa os 32 a 35 °C (Muller, 1989; Ferrreira & Cardoso, 1993 e McManus et al., 1999).

Segundo Phillips (1955) a temperatura do corpo é uma boa medida para indicar a tolerância animal às condições adversas do clima, além do número de movimentos respiratórios. Para Dukes (1977) a temperatura retal varia conforme a profundidade em que são tomadas as medições. Bianca (1963) a considera uma boa indicação da temperatura do corpo enquanto na temperatura do ar acarretam aumentos da temperatura retal de bovinos. Se a temperatura do ar está acima da temperatura crítica há um aumento no esforço animal para perder calor, para que não haja um aumento na temperatura do corpo e, quando a temperatura do ar é muito elevada, os mecanismos de termorregulação podem não ser suficientes para evitar a elevação da temperatura corporal (Dukes, 1977). Segundo Teixeira (2005), os limites considerados normais para temperatura retal são de 38 a 39 °C Para Du Preez (2000) a referência fisiológica para esta variável (TR) está entre 38 e 39,5 °C.

Segundo Arrilaga et al. (1962) a frequência respiratória varia entre 15 e 30 mov min⁻¹ é considerada normal. A temperatura de pele depende principalmente das condições do ambiente, umidade, temperatura do ar, vento e das condições fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor.

O ITGU é considerado, por vários autores, o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiente. Atualmente, existem limites de ITGU definidos para diversas espécies de animais, em especial os de interesse zootécnico, mas já em 1976 o National Weather Service – USA, concluiu, após treze anos de estudo, que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa e, acima de 84, emergência (Baeta & Souza 1997).

Para um entendimento melhor da dinâmica das respostas dos animais as mudanças de ambiente, são necessários estudos que quantifiquem o impacto do uso de recursos provedores de bem-estar térmico aos animais; este bem-estar pode ser relacionado com a produção e reprodução.

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência da exploração pecuária, visto que as diferentes respostas às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Desta forma, o conhecimento das variáveis climáticas e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas, são predominantes aos objetivos da atividade.

O desempenho animal é determinado pelo consumo de nutrientes, sua digestibilidade e metabolismo. Entre os fatores que determinam a qualidade dos alimentos o consumo é o fator de maior importância, com influência sobre o desempenho animal (Mertens, 1994). Noller et al. (1996) afirmaram que o consumo de matéria seca (MS) produz mais impacto na produção animal que as variações na composição química ou disponibilidade dos nutrientes.

De acordo com Faverdin et al., (1995), os principais fatores que influenciam o consumo de matéria seca em ruminantes são: fatores do animal, fatores do alimento, fatores de manejo e ambiente.

O objetivo do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a resistência de tourinhos Sindi e Guzará, nas condições climáticas do Agreste Paraibano.

Material e Métodos

Realizou-se a pesquisa na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. – Emepa, localizada na mesorregião do Agreste Paraibano, no município de Alagoinha, PB. A estação fica situada nas coordenadas geográficas 6° 57' 00" S e 35° 32' 42" W. Gr., com altitude de 154 m. O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido) com chuvas de outono-inverno. A época chuvosa tem início no mês de fevereiro ou março, prolongando-se até julho ou agosto. As precipitações pluviais atingem uma média de 990 mm anuais.

O experimento foi realizado no período de julho a setembro de 2007, perfazendo 60 dias de testes compreendendo 13 dias de período pre-experimental, objetivando-se, desta forma, adaptá-los às instalações, alimentação e manejo. Utilizaram-se 16 bovinos das raças Sindi e Guzerá (8 animais de cada raça), com idade média de $30 \pm 5 / 33 \pm 3$ meses e no início do experimento, todos os tourinhos foram vermifugados, e alojados em instalação com orientação no sentido Norte-Sul com as seguintes dimensões: 11,5 m de comprimento e 13,5 m, de largura, pé direito de 3,25 m, piso cimentado e cochos individuais de alvenaria separados por cerca de madeira, com as seguintes medidas: 0,56 m x 0,64 m, os animais foram mantidos presos por meio de cordas, e depois distribuídos aleatoriamente passando em seguida, por um regime de confinamento diário de 12h, onde permaneceram das 5 às 10 horas da manhã, quando foram soltos e para onde voltaram às 11 h da manhã, para mais uma vez serem libertados, às 17 horas, durante apenas uma hora, para tomarem água e descansar.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na matéria seca

Ingredientes	MS	MM	PB	FDN	FDA	EE	CNF	DIVMS
Capim Elefante	26,51	8,33	6,21	63,33	23,54	1,23	20,90	47,25
Farelo de milho	84,51	3,63	11,35	56,47	5,96	11,49	17,06	79,31
Farelo de trigo	91,33	5,02	18,00	58,32	23,01	4,90	13,75	63,24
Farelo de soja	84,79	6,58	46,93	39,83	9,24	2,13	4,53	90,01
Suplemento mineral	96,01	85,33	-	-	-	-	-	-

A dieta foi formulada com base no NRC (1996) para atender aos tourinhos Sindi em terminação com peso vivo médio de 317 ± 38 kg e os tourinhos Guzerá, com 404 ± 33 kg, com um ganho de peso, consumo de matéria seca e proteína bruta de $0,500 \text{ kg dia}^{-1}$; $8,2 \text{ kg dia}^{-1}$ e 10,67 %, respectivamente.

Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca

Ingredientes	(kg MS)
Capim elefante	65.00
Farelo de milho	21.80
Farelo de trigo	8.652
Farelo de soja	3.500
Uréia	0.800
Suplemento mineral	0.248
Composição Química	(%)
Matéria seca	46.26
Matéria mineral	6.71
Proteína bruta	12.12
Extrato etéreo	3.46
Carboidratos não fibrosos	33.00
Fibra em detergente neutro	59.54
Fibra em detergente ácido	18.34
Digestibilidade in vitro da matéria seca	56.37

Individualmente o fornecimento da ração foi realizado, duas vezes ao dia, às 6 e às 13 h. A quantidade de ração fornecida a cada animal foi de 20,87 kg de volumoso e 2,0 kg de concentrado, diariamente, e ajustada de acordo com o consumo do dia anterior, permitindo sobras em torno de 20% do total fornecido.

Para a estimativa dos consumos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), a quantidade de ração foi pesada e registrada diariamente tal como as sobras de cada animal, para se ter o consumo diário individual. As sobras foram coletadas diariamente e foi feita uma única composta; em seguida fez-se a secagem em estufa a 55 °C, durante 72 h sendo, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Wiley, para determinação, dos teores de matéria seca e dos nutrientes. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Avaliação de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias /Universidade Federal da Paraíba.

Realizaram-se as análises de MS, MM, PB e EE, de acordo com a metodologia de Silva & Queiroz (2002); FDN e FDA foram determinados utilizando-se o aparelho Ankom²⁰⁰ da Ankom Technology Corporation, de acordo com o método de Van Soest (1991) com modificação em relação aos sacos, nos quais se utilizaram sacos de TNT gramatura 100 mm, confeccionados no Laboratório de Nutrição Animal; o CNF foi estimado segundo Sniffen et al. (1992). $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%CIN)$.

Calcula-se a composição da dieta efetivamente consumida pelos animais, a partir do consumo voluntário de cada nutriente da dieta dividido pela MS consumida e multiplicada por 100.

Durante o período experimental, foram monitoradas as variáveis ambientais no ambiente interno das instalações em que o datalogger da marca (HOBO®H8) estava devidamente instalado em quatro pontos e as leituras foram realizadas a cada 2 h, da forma seguinte: temperatura do ar (TA), temperatura de bulbo úmido (Tbu) e temperatura do globo negro (Tgn), sendo que, para a temperatura do globo negro (Tgn), se implantou um sensor no centro geométrico do globo. A velocidade dos ventos (Vv) e a umidade relativa do ar (UR) foram mensuradas com a utilização de um anemômetro digital portátil (LM-8000 Lutron) e realizadas em três pontos das instalações início, meio e fim, fazendo-se uma média desses dados. Através dos dados coletados, se calcularam os índices de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).

Os índices fisiológicos analisados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura de pele (TP).

As variáveis fisiológicas foram medidas duas vezes por semana, em três horários distintos: às 06, 12 e 16 h, duas semanas consecutivas e uma sem medição, sendo que a medição da temperatura retal (TR) foi realizada através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 5 cm, por 2 min. A frequência respiratória (FR) sendo realizada através da observação direta no flanco do animal contando-se o número de movimentos durante 15 s, e o valor obtido multiplicado por 4, obtendo-se a frequência respiratória por minuto; já para temperatura da pele (TP), se utilizou um termômetro infravermelho digital, da marca RAYTEC, modelo RAYSTPHC, na região dorsal, em distância aproximada de 50 cm.

Os índices produtivos analisados foram: ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e o consumo de matéria seca (CMS). O GPT será calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial dos animais, durante o experimento. O GPD foi encontrado dividindo-se o GPT pelo número de dias do experimento. O consumo de matéria seca foi a relação entre o consumo de matéria seca e o ganho de peso correspondente.

A balança utilizada foi da marca FILIZOLA, com capacidade de 1500 kg. Os animais foram pesados a cada 14 dias, do período experimental, após 12 h do último arraçoamento, para controle de ganho de peso (GP) e ganho de peso médio diário (GPMD).

Delimitação e análise estatística

Para a análise estatística das respostas fisiológicas (TR, FR e TP), o delineamento estatístico utilizado foi o de blocos inteiramente casualizado, com 8 repetições, em parcelas subdivididas, com raça na parcela principal e horários (6, 12 e 16h) na subparcela. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo programa estatístico ASSISTAT 7.5., desenvolvido por Silva & Azevedo (2006).

Resultados e Discussão

Variáveis Climáticas

Os valores médios das variáveis climáticas durante o período experimental se encontram na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos elementos climáticos: temperatura do ar - TA, umidade relativa do ar - UR, velocidade do vento - VV e índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade - ITU, temperatura de globo negro - T_{gn} e índices de temperatura de globo e umidade - ITGU, observados pela manhã, das 06 h às 11 h e à tarde, 12 h às 18 h, durante o período experimental

	PERÍODO DO DIA				
	Manhã		Tarde		Média Geral
	Média	Amplitude	Média	Amplitude	
TA (°C)	24,26	24,13 – 24,39	26,82	26,65 – 26,99	25,54
ITU	72,81	72,62 – 73,00	75,75	75,47 – 76,03	74,28
UR	80,28	79,61 – 80,95	71,58	69,11 – 74,04	75,93
TGN (°C)	25,00	24,78 – 25,21	27,67	27,50 – 27,83	26,33
ITGU	73,54	73,26 – 73,81	76,52	76,15 – 76,88	75,03
VV (m/s)	4,31	3,29 – 5,33	5,35	4,34 – 6,36	4,83

Na zona de termoneutralidade a homeotermia é mantida pelos processos de produção e perda de calor, como radiação, convecção, condução e evaporação. Segundo Ferreira (2005) a zona termoneutra para bovinos zebuínos adultos se situa entre 10 e 27 °C; durante o período experimental, conforme os autores citados, os animais se encontravam dentro da ZCT, nos horários da manhã e tarde.

Durante o período experimental (Tabela 3), a temperatura média pela manhã foi de 24,26°C e, à tarde, de 26,82 °C inferiores, portanto, ao limite superior da zona de conforto térmico para bovinos indianos, indicado por Turco et al. (2004), que é de 27 °C.

O ITU médio pela manhã foi de 72,8, indicando situação de conforto e atingindo seu valor máximo médio à tarde, de 75,7, considerado alerta; já que segundo (Baeta & Souza 1997) o valor de ITU entre 74 e 78 situação, de alerta, para bovinos, os animais estavam em uma situação de desconforto, mas não estressante.

Verifica-se na Tabela 3, que a umidade relativa média durante o período da manhã foi de 80,2% considerada elevada, de acordo com Pereira (2005) que considera 72 a 79 estresse ameno; de 80 a 89, estresse moderado; já no período da tarde este valor foi de 71,58%. Para Ferreira (2005) é importante considerar que a UR varia de forma inversa com a temperatura ambiente, observando-se menores valores de UR do dia.

Os valores médios de TGN de 25 pela manhã e 27,6 à tarde foram inferiores àqueles citados por Azevedo et al. (2005), que reportaram valores de TGN de 29,8 pela manhã e

34.4 à tarde, para vacas mestiças. A combinação da temperatura do ar em condições ideais com a umidade relativa satisfatória, proporciona conforto para os animais.

O ITGU atingiu um valor máximo no período da tarde de 76,5, caracterizando situação de alerta quando comparado com o encontrado por National Weather Service – USA. Valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos: de 74 a 78, situação de alerta. Mesmo o ITGU tenha atingindo valores considerados de alerta, as raças não apresentaram sinais de desconforto, refletindo a rusticidade desses animais e a adaptabilidade às condições ambientais da região.

A maior velocidade média dos ventos foi encontrada no período da tarde, $5,35 \text{ m s}^{-1}$; não há concordância absoluta entre os autores sobre a VV para McDowell (1989); ventos com velocidade de $1,3$ a $1,9 \text{ m s}^{-1}$ são ideais para a criação de animais domésticos, causando preocupação quando atingem 8 m s^{-1} .

As médias de temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) dos tourinhos Sindi e Guzerá em função da raça x horários se encontram na Tabela 4.

Tabela 4. Médias para temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) entre os tourinhos Sindi e Guzerá e horário

Raças	Horários			Média	Desvio Padrão
	6:00	12:00	16:00		
Sindi	38,67C	38,81B	39,19A	38,89	0,19
Guzerá	38,72C	38,81B	39,11A	38,88	0,15
Média	38,69	38,81	39,15	38,88	0,17

Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). CV (%) = 0,19

Observa-se efeito significativo ($P < 0,01$) entre os horários. Os valores numéricos de TR das 16:00 foram superiores ao das 6:00, em todos os tratamentos. Baccari Júnior, et al. (1979) relataram que em condições de termoneutralidade a TR de bovinos guardou relação mais alta com a hora do dia, que com a temperatura ambiente, no transcorrer do dia. Apesar dos aumentos na temperatura retal observados nas duas raças as 6:00 para as 16:00 horas, os bovinos Sindi e Guzerá mantiveram este parâmetro fisiológico dentro dos valores normais, sem ocorrer hipertermia nos bovinos, de acordo com Baccari Júnior, et al. (1979). A temperatura retal observada indica que os animais não estavam fora da zona de conforto, mostrando o quanto essas raças estão adaptadas à região semiárida.

Silva (2000) afirma que, para bovinos em ambientes quentes é comum variações de $38,0$ a $39,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para TR. Observa-se, na Tabela 3, que os valores médios da TR não ultrapassaram esses valores, mesmo nos horários mais quentes indicativos, então, de boa resposta fisiológica para as condições térmicas da região.

Os resultados de TR dentro da faixa normal de conforto indicaram que os valores médios foram 75,7 e 76, 5, para ITU e ITGU, respectivamente, no horário de 16:00 e apesar de serem considerados alerta por alguns autores, não ocasionaram condição de estresse aos animais. Esses resultados estão de acordo com (Lemerle & Goddard, 1986), que relataram aumento da TR para ITU acima de 80.

Blackshaw & Blackshaw (1994), consideraram a TR melhor indicador que a FR, por ser uma característica mais estável. A temperatura retal e a frequência respiratória dos animais foram maiores as 16:00 horas. Resultados semelhantes aos obtidos por Damasceno et al. (1998).

Médias para frequência respiratória (mov min^{-1}) entre os tourinhos Sindi e Guzerá e horários podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5. Médias para frequência respiratória (mov min^{-1}) entre os tourinhos Sindi e Guzerá e horários

Raças	Horários			Média	Desvio Padrão
	6:00	12:00	16:00		
Sindi	23,25	23,64	23,82	23,57	3,31
Guzerá	23,53	23,71	23,71	23,65	3,125
Média	23,39	23,67	23,76	23,60	1,56

As médias observadas de FR durante o período experimental, foram de 23,5 mov min^{-1} para os tourinhos Sindi e 23,6 mov min^{-1} para os tourinhos Guzerá, não ocorrendo correlação significativa ($P>0,01$) entre os horários e as raças, cujos resultados encontrados para a FR, indicaram que tal variável permaneceu dentro da faixa de normalidade; observações semelhantes foram encontradas por Arrigala et al. (1962), em que citam valores para a FR de 15 a 30 mov min^{-1} , considerados normais para bovinos.

A frequência respiratória depende, principalmente, do período do dia, da temperatura ambiente e do nível de produção animal. Aguiar et al. (1996) trabalharam com vacas holandesas durante o verão e relataram que as variáveis fisiológicas foram mais elevadas à tarde.

Para Hahn et al. (1997), a frequência de 60 mov min^{-1} indica animais com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo. Mostrando certo grau de adaptabilidade com maior TR, a FR não se alterou em comparação com a outra raça.

Valores médios para temperatura de pele ($^{\circ}\text{C}$) entre os tourinhos Sindi e Guzerá e horários são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Médias para temperatura de pele (°C) entre os tourinhos Sindi e Guzerá e horário

Raças	Horários			Média	Desvio Padrão
	6:00	12:00	16:00		
Sindi	28.16C	32.15A	31.93B	30,74	0,69
Guzerá	28.03C	32.06A	31.67B	30,58	0,59
Média	28,09	32,10	31,80	30,66	0,43

Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.01$). CV (%) = 0,61

Houve correlação significativa ($p < 0,01$) entre TP e os horários, sem ocorrer significância entre as raças. A temperatura da pele foi maior as 16:00, tanto na raça Sindi quanto na Guzerá, permanecendo dentro da normalidade. Segundo Martello (2004), valores de 31,6 a 34,7 °C são considerados normais, ou seja, não se encontravam em condições de estresse pelo calor. Resultados estes que concordam com os obtidos por Das et al., (1999). E significam que, de um horário para o outro, ocorreu uma vasodilatação periférica como resposta à elevação da temperatura ambiente com consequente aumento do fluxo sangüíneo para a superfície da pele (Koga et al., 1999).

Baccari Júnior, et al. (1978) também estudaram a diferença entre a temperatura retal e a da pele em garrotes Chianina e constataram que a temperatura média da pele foi mais baixa que a retal. Da mesma forma, Cappa et al. (1989) e Aguiar (1999) notaram que a temperatura da pele foi mais baixa que a retal em vacas em lactação.

A tolerância ao calor varia de acordo com as espécies, com as raças e dentro das raças. A adaptação do animal ou o fato de possuir tolerância ao calor elevado, permite melhor resposta termorregulatória, facilitando a manutenção do equilíbrio homeotérmico (Santos, 1999 e Ablas, 2002).

A média geral da TP 30,66 °C foi mais elevada que a média da temperatura do ar de 25,54 °C; desta forma, o animal transfere calor interno para o ambiente, o que concorda com Baccari Júnior (2001) que afirma ser a TP mais elevada que a temperatura do ambiente e o organismo cede calor às moléculas de ar, dando início à troca térmica.

Tabela 7. Peso Inicial (PI), final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD) e ganho de peso total (GPT) dos Tourinhos sindi e guzerá

Variáveis	Sindi	Guzerá	CV%
GPT	46,12B	60,12A	17,52
PI (Kg)	317,0B	404,87A	11,9
PF (Kg)	363,12B	465,0A	10,66
GPMD (Kg.dia ⁻¹)	0,63B	0,82A	17,52

Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.01$)

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) de GPT e GPMD para a raça Guzerá, obtendo-se um ganho maior quando comparado com o Sindi, devido a uma conversão alimentar melhor. Nota-se que os animais da raça Guzerá consumiram maior quantidade

de nutrientes, fato justificado pelo tamanho de compartimento ruminal e pela maior capacidade de ingerir alimentos, por se tratar de um animal de grande porte.

O ganho de peso médio diário dos animais durante todo o período, foi de 0,63 kg dia⁻¹ para os tourinhos Sindi e de 0,82 kg dia⁻¹ para a raça Guzerá, observando-se que esta raça teve ganho maior de peso durante o experimento mas, mesmo assim, ambas as raças obtiveram ganho de peso satisfatório para as condições do experimento, já que o ganho estimado era de 0,500 kg dia⁻¹.

O ganho de peso também pode ser afetado pelas condições climáticas adversas ocasionando perdas na produção e produtividade individual de cada animal e, por consequência, todo o rebanho, fato este influenciado, provavelmente, pela maior eficiência na termólise a partir da mais rápida evaporação do suor e maior convecção do ar com a superfície corporal, conforme constatado também por Baccari Júnior et al. (1984), Silanikove (1992), Silanikove (2000), Titto (1996) e Titto (1998).

As médias e coeficientes de variação (CV) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e extrato etéreo (CEE) em função dos genótipos dos tourinhos Sindi e Guzerá e da estratégia única de alimentação à base de capim elefante no Agreste paraibano, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Médias e coeficientes de variação (CV) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e extrato etéreo (CEE) em função dos genótipos dos tourinhos sindi e guzerá e da estratégia única de alimentação à base de capim elefante no agreste paraibano

Variáveis	Sindi	Guzerá	CV (%)
CMS (kg.dia ⁻¹)	10,01 ^a	10,24 ^a	10,09
CMS (%PV)	2,96 ^a	2,36 ^b	7,00
CMS (g.kg ^{-0,75})	22,2 ^a	17,66 ^b	6,98
CPB (kg.dia ⁻¹)	0,84 ^a	0,88 ^a	9,04
CFDN (kg.dia ⁻¹)	5,3 ^a	5,36 ^a	11,93
CFDN (%PV)	1,58 ^a	1,23 ^b	7,10
CFDN (g.utm ⁻¹)	11,86 ^a	9,24 ^b	7,00
CFDA (kg.dia ⁻¹)	2,31 ^b	2,66 ^a	12,35
CMM (kg.dia ⁻¹)	0,72 ^b	0,83 ^a	6,39
CEE (kg.dia ⁻¹)	0,13 ^b	0,16 ^a	10,75

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (p<0,05) pelo teste de Tukey

A média do consumo de MS (kg dia⁻¹) observada (10,0 e 10,2 kg) nas raças Sindi e Guzerá, respectivamente, for acima do valor médio encontrado por Townsend (1991) apud Ferreira (2006), de 5,81 kg em novilhos de 22 meses recebendo 28,3% de concentrado na dieta à base de cana-de-açúcar.

Observa-se, na Tabela 8, que os animais da raça guzerá apresentaram maior consumo de MS (kg.dia^{-1}), PB (kg.dia^{-1}), FDN (kg.dia^{-1}), FDA (kg.dia^{-1}) diferindo estatisticamente ($P < 0.05$) dos animais da raça Sindi, fato este previsto, pois os animais da raça Guzerá são animais de maior porte e, conseqüentemente, apresentam um rúmen com maior capacidade de ingestão de alimentos, implicando diretamente no maior consumo apresentado pelos animais da raça Guzerá. Considera-se, portanto, que o ambiente não exerceu influência sobre o consumo, pois os índices de conforto não excederam os limites toleráveis para as raças estudadas. Pode-se dizer que os animais não ficaram submetidos a desconforto térmico.

As demais variáveis de consumo em percentual de peso vivo (%PV) e gramas por unidade de tamanho metabólico (g.utm^{-1}) apresentaram diferença estatística ($P < 0.05$) quando avaliadas entre as raças Guzerá e Sindi (Tabela 7). A ingestão voluntária de matéria seca é relacionada ao conteúdo de FDN do alimento e da dieta, porque a fermentação e a passagem de FDN pelo retículo-rúmen são mais lentas que outros constituintes dietéticos, exercendo grande efeito no enchimento e sobre o tempo de permanência, comparado com os componentes não fibrosos do alimento (Van Soest, 1994).

Conforme Lucci (1977), rações com baixo teor de volumoso seriam mais indicadas para as condições tropicais, em função de um incremento calórico menor. Segundo (Hafez, 1973) rações compostas exclusivamente de volumoso se traduzem em maiores temperaturas corporais e maiores frequências respiratórias, em relação às rações ricas em concentrados.

Para (Hatton, 1975; Fraser & Broom, 1999; Church, 1993) o estresse térmico decorrente de altas temperaturas no ambiente reduzem drasticamente a ingestão de alimento, em virtude da taxa metabólica reduzida, que resulta em sinais de feedback indicando exigências menores de saída de energia. Os animais submetidos ao estresse térmico podem evitar comer, mas podem procurar sombra, para se abrigarem nesses locais; de modo oposto baixa temperatura ambiental a ingestão, por aumentar a taxa metabólica, resulta em sinais, indicando que a saída de energia foi aumentada devido à perda de calor. No caso em estudo, este fato leva a se afirmar que os animais Sindi e Guzerá estão adaptados às condições climáticas e não sofreram por estresse calórico, razão pela qual alcançaram bom ganho de peso.

Conclusões

Tourinhos Sindi e Guzerá apresentaram boa adaptabilidade às condições climáticas da região do Agreste Paraibano.

A temperatura retal e a frequência respiratória se mantiveram dentro da faixa considerada normal para a espécie bovina.

A temperatura ambiente não influenciou a frequência respiratória; contudo, houve influência da mesma sobre a temperatura retal.

Não houve influência negativa no consumo de matéria seca, em função dos índices de conforto.

Os tourinhos tiveram um bom desempenho para a variável estudada GPT, nas duas raças em estudo.

Referências Bibliográficas

- Ablas, D. S. Comportamento de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil. 2002. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga: USP. 70 p. Dissertação Mestrado
- Arrilaga, G. G.; Henning, W. L.; Miller, R. C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. *Journal Animal Science*, v. 11, n. 1, p. 50-60, 1962.
- Aguiar, I. S. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso à sombra natural. Botucatu: Universidade estadual Paulista, 1999. 76p. Tese Doutorado.
- Aguiar, I. S.; Baccari Júnior, F.; Gottshalk, A. F. et al. Produção de leite de vacas Holandesas em função da temperatura do ar e do índice de temperatura e umidade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996. p.617-619.b
- Azevedo, M. de; Pires, M. de F. A.; Saturnino, H. M.; Lana, A. M. Q.; Sampaio, I. B. M.; Monteiro, J. B. N.; Morato, L. E. Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ holandês – zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*; v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- Baccari Júnior, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001.142p.
- Baccari Júnior, F.; FRÉ, C. A.; Assis, R. S. et al. valores fisiológicos da temperatura retal em vacas holandesas em clima tropical de altitude. In: Encontro de Pesquisas Veterinárias, 1. 1984, Londrina. Anais... Londrina: 1984. p. 15-22.
- Baccari Júnior, F.; Campos Neto, O.; Rocha, G. P. Variação fisiológica da temperatura retal das 8 às 18 horas em bovinos holandeses – correlação com a temperatura ambiente e hora do dia. In: Jornada Científica da Associação dos docentes do Campus de Botucatu, 7, 1979, Botucatu: UEP, 1979. p.5-8.
- Baccari Júnior, F.; Ramos, A. A.; Villares, Jb. Temperaturas internas e externas de bovinos chianina e zebuínos Nelore. In: Congresso Internacional da Raça Chianina, 2, São Paulo, 1978. Anais... São Paulo, p.147-153, 1978.
- Baêta, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 f. Thesis University of Missouri, Missouri. 1985.
- Bianca, W. Rectal temperature and respiratory rate as indicators of heat tolerance in cattle. *J. Agric. Sci., London*, 60(1): 113-120. 1963.

- Blackshaw, J. K. & Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and effect of shade on production and behavior: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Australia, V.34, p.285-295. 1994.
- Cappa, V.; Vazhapilly, P.; Maianti, M. G. et al. Effect of environment variations (microclimate) on the performance of dairy cows. *Scienza e Tecnica Latiero-Casearia*, v.40, p.98-115. 1989.
- Church, D. C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Waveland press. 1993.
- Damasceno, J. C.; Targa, L. A Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 595-602,1998.
- Das, S. K.; Upadhyay, R. C. & Madan, M. L. Heat stress in Murrah buffalo calves, *Livestock production Science*. V. 61, p. 71 – 78. 1999.
- DuPreez, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. *Onderstepoort J. Vet. Res*, v.67, p.263-271. 2000.
- Dukes, H.H. *Physiology of domestic animals*. Revised. Comstock Publishing Associates. Cornell University press. Ithaca. 1977.
- Ferreira, A. de M.; Cardoso, R. M. C. Clima e reprodução da fêmea bovina, Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL, 1993. 35p. (EMBRAPA-CNPGL. Documento, 54).
- Ferreira, R. A. *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. 1. Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2005. 371p.
- Ferreira, J. J. *Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento*. Santa Maria: UFSM, 2006. 97p. Dissertação Mestrado.
- Faverdin, P.; Baumont, R.; Ingvarsten, K. L. Control and prediction of feed intake in ruminants. In: *International Symposium on the nutrition of herbivores*, 4, 1995, Paris. *Proceedings*. Paris: INRA, p. 95-120. 1995.
- Fraser, A. F.; Broom, D. M. Feeding. In: *Farm animal behaviour and welfare*. 3.ed. London: Baillière Tlindall, p.79-98, 1990.
- Hafez, E.S.E. *Adaptacion de los animales domesticos*. Barcelona: Labor. 1973. 358p.
- Hahn, G. L.; Parkhurst, A. M.; Gaughan, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, v.40, p.97-121. 1997.
- Hatton, G. I. Ingestive mechanisms and behaviours. In: Hafez, E. S. E. *the behavior of domestic animals*. 3ed. London: Baillière Tlindall, p.73-107, 1975.

- Koga, A.; Kurata, K.; Furukawa, R.; Nakajima, M.; Kanai, Y. & Chikamune, T. Thermoregulatory responses of swamp buffaloes and Friesian cows to diurnal changes in temperature. Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba-shi, Ibaraki, Japan. p.1273-1276. 1999.
- Lucci, C. S. Clima e aclimação de bovinos e leite no Brasil Central. *Zootecnia*. Nova Odessa, v.15, n. 3 p.157-169, 1977.
- Martello, L. S.; Savastano Junior, H.; Silva, S. da L.; Titto, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004, vol.33, n.1, p.181-191, 2004.
- Mertens, D. R. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., G. C.; Collins, M.; Mertens, D. R. et al. (Eds.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 1994, p.450-493.
- McDowell, R. E. Bases biológicas de la producción in zonas tropicales. São Paulo: Ícone, 1989.
- McDowell, R. E. Papel da fisiologia na produção animal para as áreas tropicais e subtropicais. *Zootecnia*, São Paulo, 5(2): 25-37. 1967.
- McManus, C.; Brenner, H.; Saueressig, M. Tolerância ao calor em vacas do sistema de dupla aptidão da Embrapa Cerrados. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 35, 1999. Porto Alegre: SBZ. 1999. CD-ROOM.
- Muller, P. B. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 3.ed. Porto Alegre, Sulina, 1989. 262p.
- National Research Council - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy Press, 1996. 242p.
- Noller, G.; Nascimento Júnior, D.; Queiroz, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: Simpósio sobre manejo de pastagem. 13; Piracicaba. 1996. Anais... Piracicaba: FEALQ. 352p. p. 319-352. 1996.
- Pereira, J. C. C. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. 1. Ed. Belo Horizonte: FEPMUZ Editora, 2005. 195p.
- Philips, B.W. La cria de ganado en ambientes desfavorables. Roma. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1955.
- Santos, A.C.; Baêta, F.C.; Cecon, P.R.; Cardoso, R.M. Análise de diferentes bezerreiros individuais móveis, para região de Viçosa. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.2, n.7, p.1-8. 1993.
- Santos, R. Os cruzamentos na pecuária moderna. Editora Agropecuária Tropical. 1999.

- Silanikove, N. Effects of heat stress on the Welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Prod. Sci.*, v. 67, p. 1-18, 2000.
- Silanikove, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Prod. Sci.*, v. 30, p. 175-194, 1992.
- Silva, R.G. Introdução a bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa/MG: UFV, 2002, 235 p.
- Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: World Congress on computers in agriculture, 4, Orlando-FL-USA: Anais...Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. P.393-396.
- Sniffen, C. J.; O'Connor, J. D.; Van Soest, P. J. et al. A net carbohydrate and protein availability. *Journal Animal Science* 70(3):3562 – 3577. 1992.
- Teixeira, M. C.; Modesto, E. C. parâmetros fisiológicos de novilhas mantidas em sistema de pastejo irrigado no semi-árido nordestino. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia. Anais... Goiânia, 2005, cd-rom.
- Titto, E. A. L.; Russo, H. G.; Lima, C.G. Efeito do banho de água sobre o conforto térmico de bubalinos. In: Congresso de Zootecnia, 1996. Actas... Évora, 1996.v. 1, p. 15-18.
- Titto, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: Simpósio Brasileiro de Ambiente na produção de leite, Piracicaba, 1998. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.10-23, 1998.
- Turco, S. H. N.; Araújo, G. G. L. de; Teixeira, A. H. C.; Guimarães Filho, C.; Mesquita, E.; Alencar, S. C. de. 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 Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - EMBRAPA Semi-Árido. no. 66. Petrolina, PE. 2004. 30 p.
- Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.