



**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**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE**  
**BEZERROS SINDI E GUZERÁ NO AGRESTE PARAIBANO**

**ADRIANA PEIXOTO CUNHA**

**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**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE**  
**BEZERROS SINDI E GUZERÁ NO AGRESTE PARAIBANO**

**ADRIANA PEIXOTO CUNHA**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ WALLACE B. DO NASCIMENTO**

**CAMPINA GRANDE – PB**  
**FEVEREIRO – 2008**

**ADRIANA PEIXOTO CUNHA**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE  
BEZERROS SINDI E GUZERÁ NO AGRESTE PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**Área de concentração:** Construções Rurais e Ambiente

**CAMPINA GRANDE – PB**

**FEVEREIRO – 2008**



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




PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

ADRIANA PEIXOTO CUNHA


ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE BEZERROS  
SINDI E GUZERÁ NO AGRESTE PARAIBANO

BANCA EXAMINADORA


PARECER

  
Dr. José Wallace B. do Nascimento – Orientador

APROVADO

  
Dr. Dermeval Araújo Furtado – Examinador

APROVADO

  
Dr. Paulo Sérgio de Azevedo – Examinador

APROVADO

FEVEREIRO - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C972i

2008 Cunha, Adriana Peixoto.

Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de bezerros sindi e guzerá no agreste paraibano / Adriana Peixoto Cunha. — Campina Grande, 2008.

68 f.: il.

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

Referências.

Orientador: Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento.

1. Bovinae – bezerros. 2. Adaptabilidade. 3. Comportamento. 4. Ambiência. 5. Instalação. I. Título.

CDU – 599.735.51(043)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, à Deus, ser supremo de todas as coisas, tendo me proporcionado vencer mais essa etapa da minha vida;

Aos meus pais e irmãos, pelo carinho, apoio, força, compreensão e por terem me ensinado a lutar por um ideal, sempre com Deus no coração e esperança no amanhã;

Ao meu companheiro, John Emerson Ferreira Regis, você é muito especial e importante em minha vida;

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

À Capes pelo apoio financeiro da bolsa de estudo ao decorrer da pesquisa;

Aos Orientadores Prof. Dr. José Wallace B. Nascimento e o Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado, pelas suas orientações nesta pesquisa e pela amizade;

À coordenadora da pós-graduação, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes;

À secretária da COPEAG, Rivanilda Pereira Diniz;

Aos professores, funcionários e colegas da Pós-graduação em Engenharia Agrícola;

Aos colegas Paulo Leonardo, Valdemir, Selma, Nielson, Jossilvio, Saulo, Rubens, Rômulo, Muniz, Elka, Karina, Cris, Carla, Galba, Nerandi, Daniele, Iracema, Sandi, Solange e outros que sempre serão lembrados em etapas importantes da minha vida;

Aos meus familiares pelo incentivo a minha formação profissional;

Aos meus primos pela força, amizade e compreensão pela minha ausência em muitos momentos familiares, obrigada;

Aos amigos Emilena, Rejane, Andreyra, Cicília, Fabiana, Ana Carina, Juliana e muitos outros que me ajudaram direta e indiretamente na minha vida profissional e pessoal. A vocês, muito obrigada!

## ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, FISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE BEZERROS SINDI E GUZERÁ NO AGRESTE PARAIBANO

### RESUMO

Objetivou-se, com a realização deste estudo, objetivou-se estabelecer os índices de conforto térmico e avaliar a adaptabilidade através das respostas fisiológicas e produtivas de bezerros Sindi e Guzerá, no Agreste Paraibano. Para estabelecer os índices de conforto coletaram-se, diariamente, os índices ambientais (temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, índice de temperatura e umidade, índice de temperatura de globo negro, umidade relativa e velocidade do vento). Visando às respostas fisiológicas, mensurou-se temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr) e temperatura de pele (Tp) e se quantificou o consumo dos nutrientes. O estudo foi realizado na estação experimental de Alagoinha, EMEPA-PB, de julho a setembro de 2007. As medidas para análise de correlação entre todas as variáveis e regressão, foram obtidas de dezesseis bezerros: oito de cada raça, distribuídos em blocos inteiramente casualizados e única estratégia alimentar à base de capim elefante e concentrado. Para o comportamento dos animais as observações foram realizadas em quatro períodos de 24 horas com intervalo de uma semana. Os valores de Tr, Fr e Tp se mantiveram dentro da normalidade para as raças estudadas. A quantidade de gases produzidos nas instalações não foi significativa. Os tempos de alimentação, ruminação e em ócio não foram influenciados pelo genótipo. As raças têm diferente potencial para o ganho de peso e possuem comportamento alimentar semelhante. O ITU de 75,5 e ITGU de 76,3, apesar de ser considerado estressante por diversas fontes da literatura, não foi associado à condição de estresse pelos animais.

**Palavras-chave:** bovinæ-bezerros, adaptabilidade, comportamento, ambiência, instalação

**THERMAL, PHYSIOLOGIC AND PRODUCTIVE INDEXES OF COMFORT  
OF CALVES “SINDI” AND “GUZERÁ” IN “AGRESTE PARAIBANO”**

**ABSTRACT**

With the objective of this study, it was aimed at to establish the indexes of thermal comfort and to evaluate the adaptability through the physiologic and productive answers of calves “Sindi” and “Guzerá” in “Agreste Paraibano”. To establish the comfort indexes, it was collected the environmental (Dry bulb temperature, black globe temperature, humidity temperature index, black globe temperature and humidity index, relative humidity and wind speed) indexes every day. For the physiologic answers, it was measured rectal temperature (Tr), breathing frequency (Fr) and skin temperature (Tp). They were quantified the consumption of the nutrients. This study was accomplished in the experimental station of “Alagoinha”, EMEPA-PB, of July to September of 2007. The measures for correlation analysis among all the variables and regression were obtained of sixteen calves: eight of each race, distributed in blocks factorial arrangement and only alimentary strategy to the base of grass elephant and concentrated. For the behavior of the animals the observations were accomplished in four periods of 24 hours with interval of one week. The values of Tr, Fr and Tp stayed inside of the normality for the studied races. The amount of gases produced in the facilities wasn't significant. The times of feeding, rumination and in leisure they weren't influenced by the genotype. The races have different potential for the weight earnings and they possess similar alimentary behavior. ITU 75,5 and ITGU 76,3, in spite of being considered stressful for several sources of the literature, the stress condition wasn't associated by the animals.

**Key Words:** bovinæ-calves, adaptability, behavior, environment, installation



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
SUMÁRIO .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE SIGLAS .....	xiii
Capítulo I – Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros guzerá e sindi no agreste paraibano .....	1
Fundamentação Teórica .....	2
Referências Bibliográficas .....	12
Capítulo II – Índices de Conforto Térmico para Bezerros Sindi e Guzerá no Agreste Paraibano .....	17
Resumo .....	18
Abstract .....	19
Introdução .....	20
Material e Métodos .....	23
Resultados e Discussão .....	26
Conclusões .....	35
Referências Bibliográficas .....	36
Capítulo III – Respostas fisiológicas, consumo alimentar e comportamento de bezerros Sindi e Guzerá confinados no Agreste Paraibano .....	39
Resumo .....	40
Abstract .....	41
Introdução .....	42
Material e Métodos .....	45
Resultados e Discussão .....	52
Conclusões .....	63
Referências Bibliográficas .....	64

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Variação do Índice de Temperatura e Umidade e Índice de Temperatura de Globo e Umidade durante o período experimental .....	<b>26</b>
<b>Figura 2.</b> Freqüência respiratória (mov.min <sup>-1</sup> ) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU) .....	<b>29</b>
<b>Figura 3.</b> Freqüência respiratória (mov.min <sup>-1</sup> ) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) .....	<b>30</b>
<b>Figura 4.</b> Temperatura retal (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU) .....	<b>31</b>
<b>Figura 5.</b> Temperatura retal (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) .....	<b>32</b>
<b>Figura 6.</b> Temperatura de pele (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU) .....	<b>33</b>
<b>Figura 7.</b> Temperatura de pele (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) .....	<b>34</b>

### Capítulo III

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Visualização dos animais nas baias .....	<b>45</b>
<b>Figura 2.</b> Instalações experimentais .....	<b>46</b>
<b>Figura 3.</b> Layout das baias .....	<b>46</b>
<b>Figura 4.</b> Precipitação média em (mm) da Estação Experimental de Alagoinha nos meses de julho, agosto e setembro de 2007 .....	<b>54</b>
<b>Figura 5.</b> Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) média da Estação Experimental de Alagoinha nos meses de julho, agosto e setembro de 2007 .....	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

		<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b>	Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas dos bezerros Sindi, os índices de conforto térmico e os horários .....	27
<b>Tabela 2.</b>	Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas dos bezerros Guzerá, os índices de conforto térmico e os horários .....	28

### Capítulo III

		<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b>	Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na matéria seca .....	46
<b>Tabela 2.</b>	Participação dos ingredientes e composição química da dieta experimental com base na matéria seca .....	47
<b>Tabela 3.</b>	Dados dos níveis pré-estabelecidos dos sensores de gás do PHD5 (Biosystems®) .....	51
<b>Tabela 4.</b>	Valores médios dos elementos climáticos: temperatura de bulbo seco - Tbs, 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 .....	52
<b>Tabela 5.</b>	Concentração média de O <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CO, CH <sub>4</sub> e H <sub>2</sub> S em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá .....	55
<b>Tabela 6.</b>	Médias para temperatura retal (°C) em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários .....	56
<b>Tabela 7.</b>	Médias para frequência respiratória (mov min <sup>-1</sup> ) em função da interação entre os bezerros sindi e guzerá e horários .....	57
<b>Tabela 8.</b>	Médias para temperatura de pele (°C) em função da interação	

	entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários .....	57
<b>Tabela 9.</b>	Médias dos gradientes térmicos ( $T_p - T_a$ ) e ( $T_r - T_p$ ) em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários .....	58
<b>Tabela 10.</b>	Médias ( $\text{horas.dia}^{-1}$ ), coeficientes de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio em função dos genótipos dos bezerros no Agreste Paraibano .....	58
<b>Tabela 11.</b>	Médias e coeficientes de variação (CV) das variáveis fisiológicas, urina, fezes e procura por água expresso em número de vezes por dia em função dos genótipos de bezerros Sindi e Guzerá e da estratégia de alimentação à base de capim elefante no Agreste Paraibano .....	59
<b>Tabela 12.</b>	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 (FDA), extrato etéreo (EE) e água (CÁgua) em função dos genótipos dos bezerros sindi e guzerá e da estratégia única de alimentação a base de capim elefante no Agreste Paraibano .....	60
<b>Tabela 13.</b>	Peso Inicial (PI), final (PF) e ganho de peso médio diário (GMD), ganho de peso metabólico (GPM) e ganho de peso total (GPT) dos bezerros Sindi e Guzerá .....	61

**LISTA DE SIGLAS**

<b>CA</b>	Conversão alimentar
<b>CHOT</b>	Carboidrato totais
<b>CMS</b>	Consumo de matéria seca
<b>CNE</b>	Carboidratos não estruturais
<b>DIC</b>	Delineamento inteiramente casualizado
<b>EE</b>	Extrato etéreo
<b>FDA</b>	Fibra detergente ácido
<b>FDN</b>	Fibra detergente neutro
<b>FR</b>	Frequência respiratória
<b>GP</b>	Ganho de peso
<b>GPD</b>	Ganho de peso diário
<b>GPMD</b>	Ganho de peso médio diário
<b>GPT</b>	Ganho de peso total
<b>ITGU</b>	Índice de temperatura de globo negro e umidade
<b>ITU</b>	Índice de temperatura e umidade
<b>MM</b>	Matéria mineral
<b>MO</b>	Matéria orgânica
<b>MS</b>	Matéria seca
<b>NDT</b>	Nutriente digestíveis totais
<b>NS</b>	Não significativos
<b>PB</b>	Proteína bruta
<b>TBS</b>	Temperatura de bulbo seco
<b>TBU</b>	Temperatura de bulbo úmido
<b>TGN</b>	Temperatura de globo negro
<b>TP</b>	Temperatura de pele
<b>TPO</b>	Temperatura de ponto de orvalho
<b>TR</b>	Temperatura retal
<b>UR</b>	Umidade relativa
<b>VV</b>	Velocidade do vento

## CAPÍTULO I

---

Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de bezerros sindi e guzerá  
no agreste paraibano  
Fundamentação Teórica

## Introdução Geral

Verificou-se, no século XX, um grande aumento na produtividade animal devido ao desenvolvimento tecnológico, sendo que as áreas que mais se destacaram foram as de melhoramento genético, nutrição, manejo e sanidade; entretanto, para que todo o potencial genético do animal seja aproveitado torna-se necessário, também, o desenvolvimento de outras áreas envolvidas na produção, como o ambiente de criação. Desta forma, para se garantir o máximo de produtividade é imprescindível um elevado potencial genético aliado a uma alimentação com nível nutricional adequado, em ambiente limpo e termicamente ajustado às necessidades animais.

O agronegócio tem sido de fundamental importância para a economia do Brasil, haja vista que responde por 34% do PIB, 42% das exportações e emprega 17,7 milhões de brasileiros (Brasil, 2004). O sucesso dos números surpreendentes da produção agrícola brasileira tem revelado o seu grande potencial da área.

Nas últimas décadas a evolução da agropecuária está sendo percebida em quase todos os setores e, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007), o Brasil ainda tem 90 milhões de hectares produtivos sem exploração.

O Brasil é o país que possui o maior rebanho bovino explorado comercialmente, com estimativa de 204,5 milhões de cabeças em 2004. A região Centro-Oeste é a principal produtora de gado de corte, com cerca de 71,15 milhões de cabeças do total do rebanho, e o Mato Grosso do Sul, com 24,7 milhões de cabeças (IBGE, 2006).

São muitas as espécies exploradas na produção leiteira, como a ovelha, a cabra e a búfala mas nenhuma assume tanto destaque como a fêmea bovina, responsável por 84% do total do leite produzido internamente em 2005 (EMBRAPA, 2005). Segundo Alvim & Martins (2004) a produtividade das fêmeas bovinas em litro/ano cresceu 0,7% entre 1998 e 2000 e 1,5% entre 2001 e 2003; no entanto, apesar deste aumento e do País possuir o segundo maior rebanho do mundo, com 15,3 milhões de cabeças, a produtividade ainda é baixa. As fêmeas bovinas brasileiras fornecem, em média, 1.500 litros de leite/ano, pouco, quando comparado aos Estados Unidos, Reino Unido e a Alemanha, cujas médias produzidas são 8.500; 6.700 e 6.500 litros, respectivamente (Oliveira, 2005).

O guzerá é a principal raça bovina na Índia e constitui o maior rebanho da raça, com predominância sobre as demais raças devido à sua rusticidade. É uma das principais raças

no Brasil, com especial importância na região Nordeste, sua pelagem varia do cinza claro ao cinza escuro, chifres em forma de lira, pelos curtos, pele escura. É a raça zebuína de dupla aptidão (carne e leite), com os animais em idade adulta chegando a atingir 1.300 kg e 950 kg (machos e fêmeas, respectivamente), cujas fêmeas atingem produções de leite próximas de 10.000 kg/leite/lactação (Santos, 1999).

A raça Sindi é originária do Estado de Sind no Paquistão e, graças à sua reputação em rusticidade e tolerância ao calor, espalhou-se pela Ásia, Oceania, África e Américas. Os animais Sindi se caracterizam pelo pequeno porte e pelagem vermelha, que pode variar em tonalidades, de acordo com o sexo do animal. Segundo Leite et al. (2001), é um zebuino de função mista dos pré-desertos da Ásia, de boa adequação produtiva às condições semiáridas, alta capacidade de aproveitamento dos alimentos, elevada eficiência reprodutiva e produção de leite satisfatória nas condições do clima e manejo alimentar que imperam no semiárido nordestino; produzem, em média, 1.700 kg de leite por lactação mas, sob condições ótimas, chegam a ultrapassar 4.000 kg de leite por lactação.

Em função de se tratar de uma das principais raças zebuínas leiteiras e de sua rusticidade, a raça Sindi constitui importante recurso genético a ser explorado no Brasil e em outros países tropicais (Madalena, 2001).

A preocupação crescente com o conforto animal é justificável, uma vez que o Brasil apresenta 93% de seu território situado na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, em virtude da alta radiação solar incidente (Turco et al., 1999).

No Brasil, como em países com clima subtropical e tropical, o efeito da temperatura e da umidade relativa do ar é fator limitante para a área zootécnica pois atinge diretamente a produção e reprodução dos animais, em razão do estresse térmico. Daí, a necessidade de instalações adequadas com características construtivas que garantam o máximo de conforto e permitam, ao animal abrigado, desenvolver todo o seu potencial genético (Nääs & Silva, 1998).

Padilha et al. (2001) relatam que as instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno seja menos influenciado pela variação climática. Santos et al., (2001) consideram que se tem adotado, no Brasil, modelos de construções semelhantes aos existentes no exterior sem se levar em consideração as diferenças climáticas e ambientais entre os países tropicais e aqueles de clima temperado.



Um aspecto significativo 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.

Paranhos da Costa (2000) comenta que, no dia-a-dia da fazenda, os bovinos enfrentam, invariavelmente, situações que causam desconforto, como a temperatura, radiação solar, insetos e parasitas. Tais condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse.

Segundo Broom & Johnson (1993), durante grande parte de suas vidas os animais fazem escolhas baseadas na avaliação do ambiente e em suas próprias necessidades; dentro da limitação proveniente dos genes, os animais adaptam suas reações fisiológicas e comportamentais e seu metabolismo para apresentar respostas adequadas às diversas características e condições do ambiente, na busca da condição que o beneficie da melhor maneira e, para que isto ocorra, o ambiente precisa oferecer os recursos necessários para a ocorrência dessas respostas, sob pena de haver estresse decorrente da falha na adaptação do animal ao meio.

Existe uma estreita relação entre a distribuição dos animais pelas diferentes áreas geográficas e as condições climáticas, fato explicado, pelas grandes diferenças de temperatura do ambiente entre essas áreas (Santos, 1999). Em ambientes com altas temperaturas, a radiação solar direta e indireta, velocidade do vento e a umidade, são os principais fatores estressores para os animais (Blackshaw & Blackshaw, 1994; Silanikove, 2000).

De acordo com Nããs (1989) os fatores climáticos mais significativos são a radiação solar, a influência da longitude e da latitude, a influência da altitude e da umidade relativa do ar, enquanto os elementos climáticos mais expressivos são a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, grau de nebulosidade, ventos e a pluviosidade. Todos estes componentes atuam de maneira simultânea no ambiente e, por consequência, nos animais. O clima parece ser o fator de maior relevância quando se pretende criar animais, pois age diretamente sobre o animal e não sobre a possibilidade de sua exploração, sendo limitante na maioria das vezes (Santos, 1999).

Os animais se utilizam de mecanismos para manter a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal,

umentando a temperatura da superfície do animal (Chimineau, 1993). Segundo Habeeb et al. (1992), o redirecionamento do fluxo sanguíneo e a vasodilatação facilitam a dissipação de calor por mecanismos não evaporativos (condução, convecção e radiação). Entretanto, a eficácia desses mecanismos depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e o ambiente. Quando há um gradiente aceitável, o excesso de calor corporal é dissipado do corpo aquecido para o meio mais frio; do contrário, o animal tem que utilizar mecanismos evaporativos, como a sudorese e/ou frequência respiratória (Souza, 2003).

Atualmente, a criação de bovinos, seja com o objetivo de produção de leite ou de carne, com o máximo de qualidade e mínimo custo, tem levado a uma busca pelo aumento da produtividade em detrimento, principalmente, do bem-estar animal. Para alcançar os melhores resultados econômicos essas intensificações nos sistemas de criação e as alterações ambientais ocasionam problemas para os animais não adaptados ao novo meio; portanto, deve-se utilizar técnicas de manejo que proporcionem mudanças ambientais favoráveis, como ferramenta de melhoria no bem-estar e desempenho animal.

Uma das formas de diminuir ou até eliminar os efeitos negativos é a melhor compreensão das relações do ambiente de produção e do animal, através do estudo do comportamento. A observação de comportamento de bovinos com o intuito de adequar técnicas de manejo é necessária para se alcançar a produtividade e a necessidade dos animais.

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação de dietas possibilitando, assim, ajustar o manejo alimentar de ruminantes para obtenção de um desempenho melhor. O conhecimento do comportamento ingestivo dos bovinos leiteiros pode ser utilizado pelos produtores para maximizar a produtividade, garantindo melhor saúde e, conseqüentemente, maior longevidade aos animais (Albright, 1993). Como o regime de confinamento na bovinocultura leiteira é uma prática muito utilizada no Brasil, o estudo do comportamento desses animais é de grande relevância (Silva et al., 2003).

Os bovinos são animais 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, a manutenção da temperatura corporal ocorre com a mínima mobilização dos mecanismos

termorreguladores. Nesta situação, o animal não sofre estresse por calor ou frio e ocorre mínimo desgaste, além de melhores condições de saúde e de produtividade (Nääs, 1989; Titto, 1998).

A zona de termoneutralidade (ZTN) é a faixa de temperatura ambiente efetiva na qual o animal não sofre estresse por frio nem por calor. Dentre os limites da ZTN o animal mantém uma variação normal da temperatura corporal e da frequência respiratória, sendo que o apetite é normal e a produção é ótima enquanto o gasto de energia para a manutenção do animal é mínimo e constante, maximizando a retenção de energia da dieta (Baccari Jr., 2001). Deste modo, a energia do organismo pode ser utilizada para os processos produtivos, não havendo desvio excessivo de energia para manter o equilíbrio fisiológico (Baccari Jr. et al., 1984).

As temperaturas ambientais críticas mínima (ou inferior) e máxima (ou superior) definem os limites da ZTN (Robertshaw, 1981). Não existe uma unanimidade entre autores no que se refere aos limites da ZTN, uma vez que diferentes fatores podem influenciar a determinação dos pontos exatos (temperaturas críticas inferior e superior); como exemplo, a maior velocidade do vento pode ampliar essa zona além da temperatura crítica superior, e o aumento da radiação solar pode diminuir a zona de conforto, baixando a temperatura crítica superior (Ablas, 2002).

A subdivisão da ZTN em uma zona de bem-estar térmico, como para humanos, facilita a descrição da relação entre o animal e o ambiente, do ponto de vista da termoneutralidade; em humanos, o termo original utilizado foi conforto térmico; contudo, o termo conforto implica em reconhecimento cognitivo enquanto a decisão em relação à condição do animal depende daqueles que cuidam dele (Silanikove, 2000).

Prefere-se, deste modo, utilizar o termo bem-estar térmico para descrever o estado do animal em relação ao ambiente em que ele se encontrava (Ablas, 2002 e Silanikove, 2000).

De acordo com Martello et al. (2004), até pouco tempo a temperatura do ar era considerada o principal componente do ambiente a intervir diretamente no desempenho animal.

A partir de 1970, além da temperatura do ar, índices de conforto térmico ou bioclimáticos foram idealizados para representar, de maneira mais adequada, a influência de outros elementos climáticos sobre o desempenho dos animais (Finch, 1984). Assim,

esses índices combinam dois ou mais elementos climáticos e visam a uma avaliação melhor da temperatura ambiente efetiva (TAE) e seus efeitos sobre o conforto e o desempenho dos animais (Baccari Jr., 2001).

O estresse térmico é causado pelos fatores climáticos (temperatura, umidade, radiação solar etc.), que caracterizam o ambiente térmico e o estresse que podem causar, afetando o crescimento, a produção de leite e a reprodução dos animais (Clark, 1981 e Baccari Jr., 2001).

Os sinais clínicos relacionados ao estresse calórico são relatados como o aumento das frequências respiratória e cardíaca, salivação, abertura da boca, exposição e relaxamento de língua, sialorréia, aumento do fluxo sanguíneo periférico e aumento da sudorese. Esses sinais clínicos podem ser associados a investigações sobre a resposta fisiológica ao estresse que frequentemente, incluem a mensuração da temperatura retal, temperatura de superfície corporal, frequências cardíaca e respiratória (Terui et al., 1979 e Terui et al., 1980).

Os animais possuem vários sistemas funcionais que controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais e outros (Guyton & Hall, 2002, Broom & Molento, 2004). Em conjunto, esses sistemas funcionais permitem que o indivíduo controle suas interações com o seu meio ambiente e, desta forma, mantenha cada aspecto de seu estado dentro de uma variável tolerável.

Esmay (1982) estabeleceu que a quantidade de calor trocado entre o animal e sua circunvizinhança depende das condições termodinâmicas do ambiente. Se a temperatura é maior ou menor que a faixa estabelecida como ótima de conforto, o sistema termorregulador é ativado para manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio.

Apesar de ser o meio natural de controle de temperatura do organismo, a termorregulação representa um esforço extra e, conseqüentemente, uma alteração na produtividade. A manutenção da homeotermia é prioridade para os animais, imperando sobre as funções produtivas como produção de leite, reprodução e produção de ovos (Coppock et al., 1985).

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela temperatura retal ( $T_r$ ). 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, hipertemia (Baccari Jr. et al., 1995).

Comumente, a medida de temperatura retal é usada como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes (Arcaro Junior et al., 2005).

McDowell (1975) realizou uma revisão bibliográfica e concluiu que a temperatura retal normal, aceita para todas as raças bovinas, é de  $38,33^{\circ}\text{C}$ , com alguma variação de acordo com a raça, idade, estágio de lactação, nível nutricional e estágio reprodutivo. Segundo Kolb (1987), a temperatura retal média para bovinos acima de um ano é de  $38,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ . Esta temperatura é mantida mediante regulação cuidadosa do equilíbrio entre a formação de calor e sua liberação do organismo.

A frequência respiratória depende, sobretudo, do período do dia, da temperatura ambiente e do nível de produção animal. Aguiar & Targa (1996) trabalharam com vacas holandesas durante o verão e relataram que as variáveis fisiológicas foram mais elevadas à tarde. Os autores observaram, ainda que a frequência respiratória se relacionou com as condições ambientais, ocorrendo taquipnéia sob estresse brando.

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

A pele tem papel fundamental no sistema termorregulatório dos animais domésticos. A evaporação é uma das formas mais importantes de dissipação de calor pelo aumento de temperatura corporal (ou em condições de estresse térmico) e pode contribuir com até 85% da perda de calor evaporativa total (Bhayani & Vyas, 1990).

Identificar quais são as condições ótimas do ponto de vista científico, especialmente para decidir o que é melhor ou não para o animal em uma criação, é tarefa difícil, haja vista que depende, essencialmente, da observação dos comportamentos resultantes da interação entre fatores biológicos, instintivos, evolutivos, sociais, genéticos e ambientais.

A etologia aplicada à produção animal contribui para a adequação e evolução das técnicas de criação e manejo que atendam aos interesses do homem e respeitem as necessidades dos animais, sem prejudicar o meio-ambiente.

O clima quente desafia a produção animal mas a tecnologia existe para atenuar os efeitos negativos do estresse. Se forem realizadas as escolhas estratégicas certas, o que significa entender a ação do estresse térmico, preparando-se para oferecer opções de defesa contra o calor, reconhecendo quando o animal está em perigo e agindo adequadamente, ter-se-á uma condição de conforto térmico para os animais.

Bueno (1986) alerta que, na maioria das fazendas do Brasil, a taxa de mortalidade é alta, o desenvolvimento das bezerras é lento; conseqüentemente, a idade à primeira parição é avançada. A criação de bezerras é uma das atividades mais importantes da pecuária leiteira, pois dela depende a sustentabilidade dos sistemas de produção (Santos et al., 2001).

O Agreste constitui uma faixa ecotonal, encontrada do Rio Grande do Norte à Bahia, apresentando forma alongada, com direção norte-sul, entre as florestas da faixa litorânea e o domínio típico das caatingas (Andrade, 1989). Esta região é menos sujeita às secas catastróficas uma vez que se beneficia da umidade residual dos ventos de sudeste. A vegetação compartilha características e espécies com as expansões semiáridas a oeste, geralmente as espécies são decíduas e espinhosas; as cactáceas e as bromeliáceas são muito frequentes, tal como a ocorrência de espécies lenhosas de baixo porte (Duque, 1980).

Uma das formas de defesa dos animais contra as temperaturas elevadas é a ingestão de água. O organismo dos animais é constituído, em peso, de aproximadamente  $\frac{2}{3}$  de água; tal fato demonstra a presença da água em todos os processos vitais e reconhece a importância de oferecê-la em quantidade suficiente e qualidade desejável, qualquer que seja o tipo de criação (Macari, 1995).

Existem vários indicativos para caracterizar o conforto e o bem-estar animal, entre os quais se encontram os índices de conforto térmico, determinados por meio dos fatores climáticos (Albright, 1993).

A literatura mostra grande número de trabalhos sobre ambiência e conforto térmico em animais porém são escassos os estudos que associam o ambiente com as respostas fisiológicas e produtivas. Os valores dos índices são influenciados por diversos fatores relacionados ao clima e aos animais. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), entre outros, foram desenvolvidos por pesquisadores em condições climáticas diferentes das presentes no Brasil.

Ressalta-se ainda que alguns índices que associam respostas fisiológicas dos animais, foram desenvolvidos principalmente com animais de raças europeias e merecem cautela se utilizados para animais em condições nacionais.

Investigações acerca dos valores críticos desses índices devem ser realizadas em número elevado e em condições de clima tropical, para o estabelecimento de parâmetros mais adequados, o que permitirá a escolha do índice que refletirá com maior precisão o estresse térmico nos animais. De acordo com Kelly & Bond (1971) sob 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.

Martello et al. (2004) 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 associado ao valor de ITU; este índice se relaciona com a temperatura e a umidade relativa do ar. Os valores considerados limites para situações de conforto ou estresse, não são coincidentes entre os diversos pesquisadores. Johnson (1980) considerou que ITU a partir de 72 apresentava situação de estresse para vacas holandesas; já Igono et al. (1992), consideraram estressante para vacas com alta produção de leite, ITU acima de 76 em qualquer ambiente.

Kelly & Bond (1971) propuseram o índice de temperatura e umidade (ITU) expresso por  $ITU = T_{bs} - 0,55 (1 - UR) (T_{bs} - 58)$ , em que  $T_{bs}$  é a temperatura do ar (°F) e UR a umidade relativa do ar em decimais. Armstrong (1994) estabeleceu que o valor de ITU igual a 72 constitui o limite acima do qual vacas com alto nível de produção de leite são afetadas adversamente.

Rosenberg et al (1983) classificaram o ITU da seguinte forma: entre 75 e 78 significa perigo, principalmente para rebanhos confinados e medidas de segurança devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas; e, ao chegar ou ultrapassar o índice de 85, providências urgentes devem ser tomadas para evitar morte dos animais.

Um índice de conforto para vacas leiteiras expostas à radiação solar foi proposto por Buffington et al. (1981) substituindo-se, em uma das fórmulas do ITU, o valor de temperatura do bulbo seco pela temperatura do globo negro. Este índice, conhecido como Índice de Temperatura de Globo e Umidade, tem a seguinte expressão:  $ITGU = T_g + 0,36 t_{po} + 41,5$ , em que ITGU é o índice de temperatura de globo e umidade,  $t_g$  é a temperatura

de globo negro ( $^{\circ}\text{C}$ ) e  $t_{po}$  é a temperatura do ponto de orvalho ( $^{\circ}\text{C}$ ). Os autores concluíram que, sob condições ambientais nas quais os animais são expostos a radiação solar, o ITGU é um indicador mais preciso de estresse pelo calor que o ITU.

Buffington et al. (1981) afirmam que o ITGU é mais preciso para prever o conforto térmico em regiões tropicais, pois incorpora a umidade através da temperatura do ponto de orvalho, a temperatura de bulbo seco e a radiação solar, em um único valor. De acordo com Martello et al. (2004) e Baccari Jr. (2001), esse índice é considerado o melhor indicador do conforto térmico para bovinos sob condições ambientais severas de calor; mesmo assim, não é um índice completo e a relação térmica do animal com o ambiente é muito mais complexa do que este índice representa (Silanikove, 2000).

Dentro das instalações para animais o ar contém gases, odores, partículas de poeira e microorganismos, que são emitidos para o ambiente externo, seja através de ventilação natural ou forçada. A velocidade com que este processo ocorre, depende justamente da velocidade de ventilação e das condições de manejo utilizadas.

Há, também, outros impactos, dentre eles: perda de nutrientes dos solos; emissão de gás metano (o bovino é um dos maiores emissores desse gás) por meio do processo digestivo dos ruminantes contribuindo com o efeito estufa.

As atividades agropecuárias são vulneráveis à mudança global do clima e ao mesmo tempo promovedoras de gases de efeito estufa. Na atividade pecuária, objeto deste estudo existem vários processos em que ocorrem emissões de gases de efeito estufa, dentre os quais, a produção de metano ( $\text{CH}_4$ ), que é parte do processo de digestão dos ruminantes herbívoros e o manejo de dejetos de animais, que gera emissões tanto de  $\text{CH}_4$  quanto de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ); a utilização de esterco animal como fertilizante e a deposição, no solo, dos dejetos de animais em pastagem também produz  $\text{N}_2\text{O}$  (MCT, 2004).

Dentro deste enfoque, conduziu-se o presente com o intuito de determinar os melhores índices de conforto térmico, e seus valores críticos, com base nos parâmetros fisiológicos, além de se avaliar o consumo alimentar e o comportamento de bezerros das raças Sindi e Guzerá no agreste paraibano.



## Referências Bibliográficas

- Ablas, D. S. Comportamentos de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2002. 70p. Dissertação Mestrado.
- Aguiar, I. A.; 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. 1996.
- Albright, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 76:485-498. 1993.
- Alvim, R. S; Martins, M. C. Desafios nacionais da cadeia produtiva do leite. In: Zocca, R.; Aroeira, L. J. M; Martins, P. C. et al. Leite: uma cadeia produtiva em transformação, 1.ed, capítulo I, Juiz de Fora: Embrapa gado de Leite, 2004.
- Andrade, M. C. de. 1989. Ecossistemas e potencialidades dos recursos naturais do Nordeste. Recife: SUDENE/UFPE, v. 2. 348P.
- Arcaro Júnior, I.; Arcaro, J. R. P.; Pozzi, C. R.; Fava, C. D.; Fagundes, H.; Matarazzo, S. V.; Oliveira, J. E. de. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, 2005.
- Armstrong, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.7, p. 2044-2050, 1994.
- Baccari Jr, 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.
- Baccari Jr, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 142p. 2001.
- Baccari Jr., F.; Fré, C. A.; Assis, R. S.; Garcia, E. A. Valores fisiológicos da temperatura reta em vacas holandesas em clima tropical de altitude. In: Encontro de Pesquisas Veterinárias, 1. Londrina. Anais... Londrina. p.15-22. 1984.
- Bhayani, D. M.; Vyas, K. N. Regional differences in the sweat gland characteristics in Gir cattle with reference to thermoregulation. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.60, n.7, p.817-820, 1990.
- Blackshaw, J. K.; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavioral: a review. *Australia Journal of Experimental Agriculture*, v.34, p.285-295. 1994.

- Brasil. Em questão. Encarte especial 2 anos de governo. 2004. [http://www.brasil.gov.br/emquestao/2\\_anos.pdf](http://www.brasil.gov.br/emquestao/2_anos.pdf). 21 set. 2007.
- Broom, D. M.; Molento, C. F. M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas – Revisão. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 2, p. 1 – 11, 2004.
- Broom, D. M.; Johnson, K. G. *Stress and animal welfare*. London: Chapman & Hall, 221p. 1993.
- Bueno, C. F. H. Produção e manejo de esterco. *Informe agropecuário, Belo Horizonte*, v.12, n.135-136, p.81-5, 1986.
- Buffington, D. E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Tatcher, W. W.; Collier, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. *Trans ASAE (Am. Soc.Agric.Eng.)*, p. 711 – 714. 1981.
- Cargill, B. F.; Stewart, R. E. Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows. *Transactions of the ASEA*, v.9. p.703-706, 1966.
- Chimineau, P. Médio ambiente y reproducción animal. *World Animal Review, Roma*, v. 77, n. 1, p. 2-14, 1993.
- Clark, J. A. *Environmental aspects of housing for animal production*. London: Butterworths, 511p. 1981.
- Coppock, C. E.; West, J. W.; Moya, J. R. et al. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.68, p.2248-2256, 1985.
- Duque, G. *O Nordeste e as lavouras xerófilas*. 3 ed. Mossoró-RN: Fundação Guimarães Duque, 1980. 316p. (Coleção Mossoroense, 143).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Gado de Leite. *Produção Mundial de leite de diferentes espécies animais*, p.1995-2005, 2005. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia/AGOI/Abertura.html>. 29 Abr. 2007.
- Esmay, M. L. *Principles of animal environment*. West Port: ABI, 325p. 1982.
- Finch, V. A. Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: Gilchrist, F. M. C. Mackie, R. I. *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics*. Graighall: The Science Press, p. 89 – 105. 1984.
- Guyton, A. C.; Hall, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002.
- Habeeb, A. L. M.; Maray, I. F. M.; Kamal, T. H. *Farm animals and the environment*. Cambridge: CAB, 428p. 1992.

- 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.
- IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM). 2006. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp>. 12 jan. 2008.
- Igono, M. O.; Bjotvet, G.; Sanford-Crane, H. T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. Int. J. Biometeorol, v.36, p.77-87, 1992.
- Johnson, H. D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. International Journal Biometeorology, v.24, p.65-78, 1980.
- Kelly, C. F.; Bond, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: National Academy of Sciences: a guide to environmental research on animals. Washington, 1971.
- Kolb, E. Fisiologia Veterinária. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 612p. 1987.
- Leite, P. R. M.; Santiago, H. A.; Navarro Filho, H. R. et al. Sindi: gado vermelho para o semi-árido. João Pessoa: EMEPA/BNB, 174p. 2001.
- Macari, M. Água de beber na dosagem certa. Aves & Ovos, São Paulo, n.6, p.40-48, 1995.
- Madalena, F. E. *Bos indicus* breeds and *Bos indicus/Bos taurus* crosses. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, Academic Press, 2001.
- Martello, L. S.; Savastano Jr., H.; Luz e Silva, S. da; Titto, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. Revista Brasileira de Zootecnia; v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- McDowell, R. E. Bases biológicas de la producción animal em zonas tropicales. 1a.ed., Ed. Acribia, Zaragoza, 1975.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimentos. <http://www.agricultura.gov.br/portal>. 09 jun. 2007.
- Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa. Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima/Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004.
- Nããs, I. A. Princípio de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone, 183p. 1989.
- Nããs, I. A.; Silva, I. J. O. Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: Ingenieria Rural y Mecanización Agraria en el Ámbito Latinoamericano. p.464-72. 1998.

- Oliveira, A. N. Características de composição do leite e métodos de análise. In: Curso sobre a qualidade do leite, 2. Palestras... Goiânia: Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 17p. 2005.
- Padilha, J. A. S.; Toledo Filho, R. D.; Lima, P. R. L.; Joseph, K.; Leal, A. F. Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. *Revista Engenharia Agrícola*, v.21, n.1, p.1-11. 2001.
- Paranhos da Costa, M. J. R. Ambiência na produção de ovinos de corte a pasto. In: Anais de Etiologia, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal, 2000.
- Robertshaw, D. The environmental physiology of animal production. In: Clark, J. A. Environmental aspects of housing for animal production. London: Butterworth, P.3-17. 1981.
- Rosenberg, I. J.; Biad, B. L.; Verns, S. B. Human and animal biometeorology. In: Microclimate, the biological environment. New York: Wiley-interscience Publication, 1983.
- Santos, F. L.; Lana, R. P.; Silva, M. T. C.; Brandão, S. C. C.; Vargas, L. H. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, p.1376-1380, 2001.
- Santos, R. dos Os Cruzamentos na Pecuária Tropical. Editora Agropecuária Tropical. 672 pg. 1999.
- Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants: a review. *Livestock Prod. Sci.*, v.67, p. 1 – 18, 2000.
- Silva, R. R., F. F. Silva, C. M. Veloso, M. S. M. A. Aguiar, G. G. P. Carvalho, V. S. Almeida, G. S. Dutra, C. C. Santos, A. L. R. Neto, A. O. Luz. Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas  $\frac{3}{4}$  holandês x zebu alimentadas com silagem de capim elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca. Aspectos Metodológicos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM. Bioclimatologia e Etologia. 2003.
- Souza, B. B. Avaliação da adaptabilidade de ovinos de diferentes genótipos às condições climáticas do semi-árido através de respostas fisiológicas e gradientes térmicos. In: Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária, 5. Seminário Nordeste de Caprino-ovinocultura, 6, 2003, Recife. Anais... Recife: CPMV, p.281-282. 2003.
- Terui, S.; Ishino, S.; Matsuda, K. et al. Clinical, hematological and pathological responses in severely heat-stressed steers with especial reference to the threshold value for survival. *National Institute of Animal Health Quarterly*, v.20, n.4, p.138-147, 1980.

- Terui, S.; Ishino, S.; Matsuda, K.; Shoji, Y.; Ambo, K. Tsuda, T. Effect of experimental high environmental temperature and humidity on steers. *Tohoku Journal of agricultural Research*, v.30, n.3, p.95-109, 1979.
- Titto, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: *Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite*, Piracicaba, 1998. Anais. Piracicaba: FEALQ, p.10-23. 1998.
- Turco, S. H. N.; Araújo, G. G. L.; Teixeira, A. H. C. Temperatura retal e frequência respiratória de bovinos da raça sindi sob as condições térmicas do semi-árido brasileiro. In: *Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 36, Porto Alegre, 1999. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 1999.
- Valsechi, O. *Tecnologia de produtos agrícolas de origem animal: o leite e seus derivados*. Araras – SP: UFSCar, Centro de Ciências Agrárias, 36p. 2001.

CAPÍTULO II

---

Índices de Conforto Térmico para Bezerros Sindi e Guzerá no Agreste Paraibano

## Índices de conforto térmico para bezerros Sindi e Guzerá no Agreste Paraibano

### Resumo

Propôs-se, neste estudo, estabelecer os índices de conforto térmico para bezerros Sindi e Guzerá no Agreste paraibano, estimando seus valores críticos, com base nos parâmetros fisiológicos. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, entre os meses de julho e setembro de 2007, com duração de 73 dias. Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr) e temperatura de pele (Tp) foram avaliados duas vezes por semana, três vezes ao dia (7, 13 e 17 h). As medidas para análise de correlação entre as variáveis e regressão foram obtidas de dezesseis bezerros: oito da raça Sindi e oito da raça Guzerá. Os resultados obtidos evidenciaram que apesar dos bezerros Sindi e Guzerá terem apresentado temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de pele, significativamente ( $P < 0,05$ ), mais elevados nos horários mais quentes do dia, essas variáveis estiveram dentro dos padrões normais da espécie bovina indicando que são capazes de se manter em homeotermia, mesmo em condições consideradas estressantes para outras raças bovinas. O índice de temperatura e umidade (ITU) revelou-se melhor que o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) na avaliação do impacto do calor ambiental sobre os bezerros Sindi e Guzerá. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) entre 72 e 76, apesar de ser considerado estressante por diversas fontes da literatura, não foi associado à condição de estresse, pelos animais. A frequência respiratória de todos os animais se manteve dentro da normalidade para ambas as raças estudadas em todos os horários. Os bezerros Guzerá foram mais tolerantes ao calor que os bezerros Sindi.

Palavras-chave: bovinæ – bezerros, parâmetros fisiológicos, calor ambiental, homeotermico

## Index of thermal comfort for calves Sindi and Guzerá in the Agreste Paraibano

### **Abstract**

Through this study, it was aimed at to determine the best indexes of thermal comfort for calves Sindi and Guzerá in the Agreste Paraibano, esteeming their critical values, basing on the physiologic parameters. The experiment was accomplished in the Experimental Station of Alagoinha, belonging to the Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba-EMEPA, between the months of July and September of 2007, with duration of 73 days. The parameters physiologic rectal (Tr) temperature, breathing (Fr) frequency and skin (Tp) temperature were appraised twice a week, three times a day (7, 13 and 17 h). The measures for correlation analysis between the variables and regression were obtained of sixteen calves: eight of the race Sindi and eight of the race Guzerá. The obtained results evidenced that in spite of the calves Sindi and Guzerá have presented rectal temperature, breathing frequency and temperature of skin, significantly ( $P < 0,05$ ), higher in the hottest schedules of the day, these varied were inside of the normal patterns of the bovine species, indicating that they are capable to maintain in homeothermia, even in conditions considered stressful for other bovine races. The temperature index and humidity (ITU) was revealed better than the index of globe temperature and humidity (ITGU) in the evaluation of the impact of the environmental heat on the calves Sindi and Guzerá. The Index of Temperature and Humidity (ITU) between 72 and 76, in spite of being considered stressful for several sources of the literature, the stress condition was not associated by the animals. The breathing frequency of all the animals were inside of the normality for both races studied in every schedule. The calves Guzerá were more tolerant to the heat than the calves Sindi.

Key-words: bovinæ – calves, physiologic parameters, environmental heat, homeothermic



## Introdução

O ambiente pode ser definido como o conjunto de tudo o que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo, e que não envolve diretamente fatores genéticos (Silva, 2000); pode-se dizer, assim, que o ambiente é responsável pela maior parte da interferência existente nas condições de vida de um animal.

Atualmente, as exigências do mercado internacional com respeito ao bem-estar dos animais de produção são crescentes e tendem a aumentar cada vez mais, exigindo que os técnicos implementem sistemas de manejo que respeitem as necessidades físicas dos animais de produção. Faz-se necessário, dentro deste novo contexto, que os estabelecimentos de produção adotem certas mudanças administrativas relativamente simples (Costa & Silva, 2003).

Os animais possuem vários sistemas funcionais que controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais e outros (Guyton & Hall, 2002; Broom & Molento, 2004). Em conjunto, esses sistemas permitem que o indivíduo controle suas interações com o seu meio ambiente e, desta forma, mantenha cada aspecto de seu estado dentro de uma variação tolerável.

Broom & Molento (2004) em uma revisão sobre o conceito bem-estar, verificaram uma necessidade de refinar as formas de se medir o grau de bem-estar dos animais, para que essas avaliações possam ser utilizadas no sentido de aprimorar as relações entre seres humanos e animais, até que se atinja um nível considerado apropriado por uma sociedade informada e justa.

As consequências causadas pelo impacto do ambiente são alteradas pelos diferentes comportamentos do animal, podendo diferir nas espécies, raças e indivíduos, assim como a suscetibilidade a outros tipos de estresse, pode realçar os efeitos do estresse térmico (Silanikove, 2000). Essas considerações enfatizam a natureza problemática de se estabelecer uma relação útil entre índices de estresse térmico e bem-estar versus produtividade, particularmente em sistemas extensivos (Ablas, 2002). Segundo Buffington et al. (1981), o índice mais comum existente é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), adotado pelo United States Weather Bureau, como índice térmico para humanos e, posteriormente, para vacas leiteiras. O ITU se utiliza da temperatura do ar e da temperatura de ponto de orvalho em sua fórmula, não levando em consideração fatores ambientais

importantes, como a radiação solar e a movimentação do ar. Buffington et al. (1981) propuseram uma modificação do ITU à que denominaram Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), fornecendo um índice adimensional e um dos melhores índices para representar o estresse térmico em áreas abertas, sob radiação térmica direta (global) e indireta (difusa). O ITGU é mais preciso para prever o bem-estar térmico em regiões tropicais pois seu cálculo incorpora a umidade através da temperatura do ponto de orvalho, a temperatura de bulbo seco e radiação solar, em um único valor (Buffington et al. (1981), Silva (2000) e Ablas (2002)). Tais índices são utilizados na avaliação das situações climáticas que afetam a regulação do organismo e o desempenho animal.

Há muitos fatores que interferem na produtividade animal, como genética, nutrição e fatores ambientais. Nas condições ambientais brasileiras a maior preocupação é com o estresse térmico, uma vez que o desconforto térmico sofrido pelos animais durante períodos de temperaturas elevadas pode resultar em perdas na produção em virtude da redução da ingestão de alimentos, da redução no ganho de peso e, em casos extremos, até da morte do animal (Hahn, 1999; Mader, 2003; Brown-Brandl, 2003). Os produtores necessitam de informações sobre como e por que seus animais respondem aos desafios climáticos, para que possam tomar decisões, estabelecer estratégias de atuação e táticas para reduzir as perdas em períodos de temperatura elevada. Para minimizar essas perdas são usados muitos índices de estresse ambiental baseados nas frequências cardíacas e respiratória (Brown-Brandl, 2003), bem como nas temperaturas timpânica (Hahn, 1999 e Mader, 2003), retal (Carvalho, 1995) e temperatura corporal (Lefcourt & Adams, 1996). Além disso, existem modelos capazes de avaliar e prever o grau de conforto térmico de bovinos (Silva, 2000).

Nas condições de termoneutralidade a temperatura retal de bovinos da raça holandesa apresentou correlação mais alta (0,96) com a hora do dia com a temperatura do ar (0,71), no período das 8 às 18 horas. A partir das 15 horas, a temperatura do ar começou a diminuir enquanto a temperatura retal continuou a aumentar mostrando que, durante o dia, esta se eleva em função do metabolismo animal do que propriamente da temperatura ambiente (Baccari Junior et al., 1979).

A referência fisiológica para essa variável está entre 38 e 39,5°C sob condições termoneutras (Du Preez, 2000). A tomada da temperatura retal é usada, com frequência, como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes visto que seu aumento

indica que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes para manter a homeotermia (Mota, 1997).

Embora a temperatura retal aumente só quando o ITU se mostra superior a 80, a taxa respiratória se apresenta alterada com ITU igual a 73. Tal fato poderia indicar que o aumento verificado na frequência respiratória poderia prevenir a elevação da temperatura retal até que o ITU alcançasse o valor de 80 (Lemerle & Gooddard, 1986).

De acordo com Hahn & Mader (1997), valores de frequência respiratória de 60 movimentos por minuto indicam animais com ausência de estresse térmico ou este é mínimo mas, quando ultrapassam 120 movimentos por minuto, refletem carga excessiva de calor e, acima de 160 movimentos por minuto, medidas de emergência devem ser tomadas para reduzir a carga de calor. A frequência respiratória é mais elevada à tarde que de manhã ou sob radiação solar direta que à sombra.

A pele protege o organismo do frio e do calor, e sua temperatura depende sobretudo das condições de temperatura ambiente, umidade e características fisiológicas, como vascularização e evaporação do suor e desta forma, contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas de calor com o ambiente (Baccari Junior, 2001).

O objetivo deste estudo é determinar os melhores índices de conforto térmico para bezerros Guzerá e Sindi, no Agreste Paraibano, estimando seus valores críticos, com base nos parâmetros fisiológicos.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Alagoinha pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A., EMEPA, localizada na Mesorregião Agreste Paraibano, Microrregião de Guarabira, 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.

Foram utilizados 16 bezerros desmamados de dois grupos genéticos: Sindi e Guzerá, com peso médio inicial de 179,0±14,53 kg e 209,0±21,28 kg, respectivamente; vermifugados, distribuídos aleatoriamente por genótipo e alojados em estábulo, orientação Norte-Sul, com as seguintes dimensões: 11,5 x 13,5 m, dividido em 8 baias com 14,5 m<sup>2</sup> cada, pé-direito de 3,25 m, piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro de alvenaria, cobertas com telhas cerâmicas, posicionados uma de frente para outra.

O período experimental teve duração de 73 dias, dos quais 13 dias de adaptação e 60 de coleta de dados, ocorridos entre 03 de julho a 13 de setembro de 2007. Os bezerros permaneceram confinados durante todo o período experimental.

A dieta fornecida aos animais era composta de capim elefante e concentrado à base de farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo, uréia e suplemento mineral. A dieta foi formulada com base no NRC (1996) para atender bezerros em crescimento com peso vivo médio de 190 kg, com ganho de peso, consumo de matéria seca e proteína bruta de 0,500 kg dia<sup>-1</sup>; 6,5 kg dia<sup>-1</sup> e 10,67%, respectivamente.

Realizou-se o arraçoamento dos animais duas vezes ao dia, às 07h00 e às 13h00, na forma de mistura completa. A quantidade de ração fornecida diariamente foi ajustada de acordo com o consumo do dia anterior de modo que houvesse sobras em torno de 20% do total fornecido, a fim de proporcionar ingestão à vontade, para posteriores análises laboratoriais.

Durante o período experimental a água foi oferecida à vontade nos bebedouros de alvenaria; na coleta de dados, a água foi pesada diariamente, anotada e calculado o consumo dos animais.

Coletaram-se, durante o experimento, os dados das variáveis ambientais das instalações, de hora em hora, através de um datalogger HOBO®H8, com quatro sensores distribuídos em quatro pontos, o qual captou as variáveis de temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu) e temperatura do globo negro (Tgn). A velocidade do vento (VV) foi coletada através de um anemômetro digital portátil modelo LM 8000 da marca Lutron e, com os dados coletados, obtiveram-se umidade relativa do ar (UR), índices de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).

Os índices fisiológicos analisados foram temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr) e temperatura da pele (Tp), foram medidas duas vezes por semana, em três horários distintos, às 7h00, 13h00 e 17h00. Para obtenção da frequência respiratória e temperatura de pele, as medições eram realizadas no local em que os animais ficavam confinados; já para a temperatura retal os bezerros foram soltos e levados para o brete a fim de medir a temperatura retal.

A temperatura retal (Tr) foi realizada através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala de até 44 °C diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 3,5 cm, permanecendo aí 2 min.

Realizou-se a frequência respiratória (Fr) por meio da observação direta no flanco do animal, contando-se o número de movimentos durante 15 s, o resultado foi multiplicado por 4, obtendo-se a frequência respiratória em movimento por minuto.

Mediu-se a temperatura da pele (Tp) com um termômetro infravermelho digital, marca Raytec, modelo RAYSTPHC, na região dorsal, em distância aproximada de 50 cm.

Para avaliação das Tr, Fr, e Tp, utilizou-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados com oito repetições em parcelas subdivididas, com genótipo na parcela principal e tempo na subparcela, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + C_{ij} + t_k + g_{tik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\mu$  = constante geral

$g_i$  = genótipo

$\varepsilon_{ij}$  = erro na parcela

$t_k$  = tempo

$g_{tik}$  = interação g x t

$C_{ejk}$  = erro nas subparcelas

Realizaram-se, também, análises de correlação de Pearson 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. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do SAEG versão 5.0.

## Resultados e Discussão

Apresentam-se, na Figura 1, variações nos índices de conforto térmico durante o período experimental.

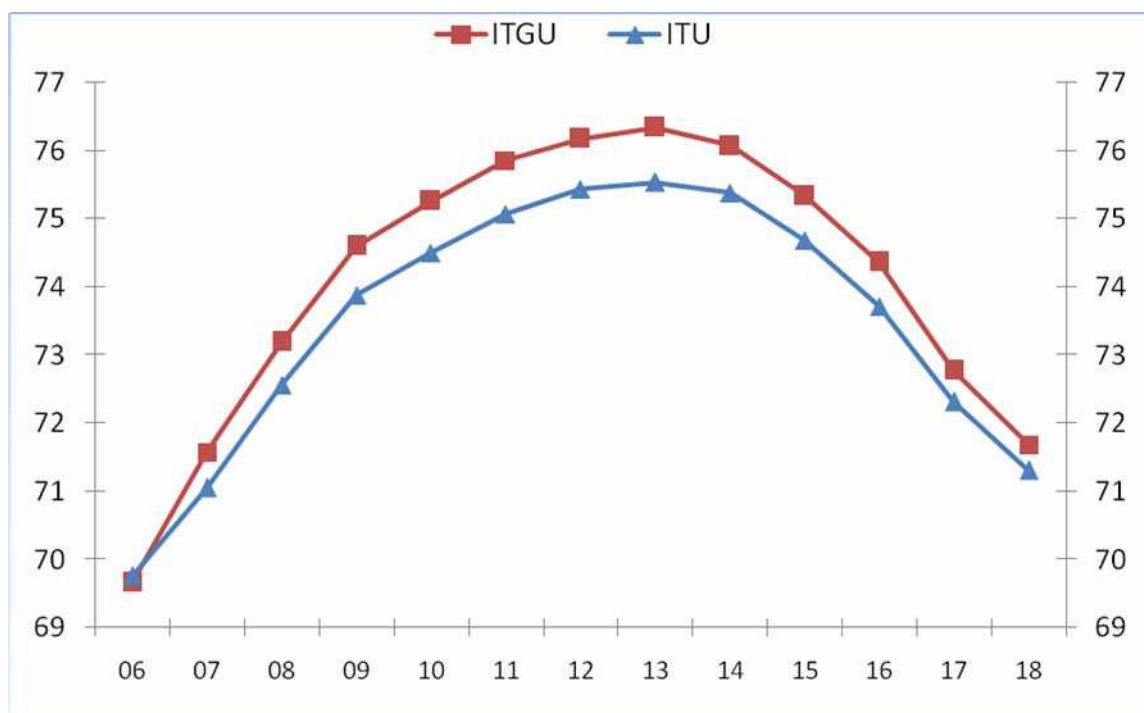


Figura 1. Variação do Índice de Temperatura e Umidade e Índice de Temperatura de Globo e Umidade durante o período experimental

As temperaturas de máxima e mínima foram de 27,29 e 20,35 °C, respectivamente, e a velocidade do vento durante o experimento variou de 1,87 a 3,54 ms<sup>-1</sup> entre os períodos de coleta diários.

O ITU no período experimental variou entre 69,75 a 75,53 (Figura 1). Observa-se que o ITU apresentou valores mais elevados nos períodos considerados mais quentes do dia (entre 12h00 e 14h00, reduzindo gradativamente para 71,31 (18h00)). Segundo Armstrong & Welchert (1994), valores entre 72 a 78 são considerados estresse ameno; já Johnson (1980) considerou ITU estressante quando superior a 72. Percebe-se, então, que esses horários foram os mais preocupantes, em termos de conforto térmico para os bezerros.

O ITGU variou de 69,66 as 6h00 para 71,68 às 18h00 (Figura 1) atingindo o valor máximo de 76,34 às 13h00. Baêta (1985) relata estudos realizados pelo National Weather

Service – USA (1976) em que bovinos em ambientes com ITGU entre 74 e 78 representam situação de alerta. Neste estudo os animais permaneceram dentro desse intervalo entre os horários das 9h00 às 16h00.

ITU e o ITGU foram crescentes ao longo do dia (Figura 1), atingindo os maiores valores nos horários considerados os mais quentes do dia.

No ambiente a que estavam submetidos os bezerros com ITU (75,5) e ITGU (76,3), valores considerados situação de alerta por Baêta (1985), não apresentaram sinais de desconforto.

As correlações entre as variáveis fisiológicas dos bezerros Sindi e Guzerá e índices de conforto se encontram nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

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

		BEZERROS SINDI				
	Horário	Fr	Tr	Tp	ITU	ITGU
Horário	-	0,144*	0,673**	0,511**	0,331**	0,271**
Fr	0,144*	-	0,206**	0,340**	0,323**	0,340**
Tr	0,673**	0,206**	-	0,487**	0,369**	0,340**
Tp	0,511**	0,340**	0,487**	-	0,620**	0,609**

Fr = Frequência respiratória (mov. Min.<sup>-1</sup>); Tr = Temperatura retal (°C); Tp = Temperatura de pele (°C); ITU = Índice de Temperatura e Umidade; ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade. \*\*=p<0,01; \*=p<0,05, pelo teste F

Observa-se, nas Tabelas 1 e 2, correlação positiva entre as variáveis fisiológicas (frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de pele) e índices de conforto térmico (ITU e ITGU), é entre elas. Como previsto, constataram-se correlações positivas (p<0,01 e p<0,05) entre as variáveis fisiológicas (frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de pele) e os horários (7h00, 13h00 e 17h00), em virtude das diferenças nos parâmetros climáticos entre os horários.

A frequência respiratória dos bezerros Sindi se correlacionaram positiva e significativamente (p<0,05) com os horários; entretanto, os bezerros Guzerá apresentaram uma correlação mais significativa (p<0,01) com o valor de r (0,162) e a dos bezerros Sindi de 0,144, sugerindo maior sensibilidade ao calor do ambiente para os bezerros Guzerá.



Tabela 2. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas dos bezerros Guzerá, os índices de conforto térmico e os horários

BEZERROS GUZERÁ						
	Horário	Fr	Tr	Tp	ITU	ITGU
Horário	-	0,162**	0,583**	0,441**	0,331**	0,271**
Fr	0,162**	-	0,206**	0,232**	0,244**	0,261**
Tr	0,583**	0,206**	-	0,442**	0,323**	0,297**
Tp	0,441**	0,232**	0,442**	-	0,618**	0,607**

Fr = Frequência respiratória (mov.min.<sup>-1</sup>); Tr = Temperatura retal (°C); Tp = Temperatura de pele (°C); ITU = Índice de Temperatura e Umidade; ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade. \*\*=P<0,01, pelo teste F

Deu-se uma correlação significativa ( $p<0,01$ ) entre a Tr e os horários, nas duas raças, porém o maior coeficiente de correlação foi apresentado pelos bezerros Sindi, sugerindo maior sensibilidade ao calor ambiental da tarde que os bezerros Guzerá. Alguns autores, como Blackshaw & Blackshaw (1994) consideram a Tr indicador melhor que a Fr, por ser uma característica mais estável.

O coeficiente de correlação entre a Tr e Fr ( $r = 0,206$ ) também foi significativo ( $p<0,01$ ), o que está em conformidade com os resultados obtidos por Lemerle & Goddard (1986), ao observarem que os bovinos se utilizam da perda de calor pelo trato respiratório, visando evitar aumentos na temperatura retal; entretanto, neste experimento se esperava alta correlação entre a Tr e a Fr, mas não foi o que de fato aconteceu.

Oliveira et al. (1994) relataram que em uma comparação entre animais da raça Sindi e Pardo Suíça houve diferenças significativas quanto às Tr e Fr, tendo os animais da raça Sindi apresentado melhor adaptabilidade.

O valor do coeficiente de correlação entre as Tr e Tp da raça Sindi (0,487) quando comparado com os da raça Guzerá (0,442), sugere maior eficiência na dissipação de calor para os animais da raça Sindi.

As correlações positivas e significativas entre a Tr com os índices de conforto térmico foram superiores nos bezerros Sindi que nos bezerros Guzerá.

As análises de regressão mostraram que o modelo linear, tanto para os bezerros Sindi ( $Fr_1 = -19,19 + 0,600 ITU$ ;  $r = 0,32$ ) quanto para os bezerros Guzerá ( $Fr_2 = -2,504 + 0,361 ITU$  com  $r = 0,24$ ) (Figura 2) foi o que melhor explicou as variações de Fr em função do ITU.

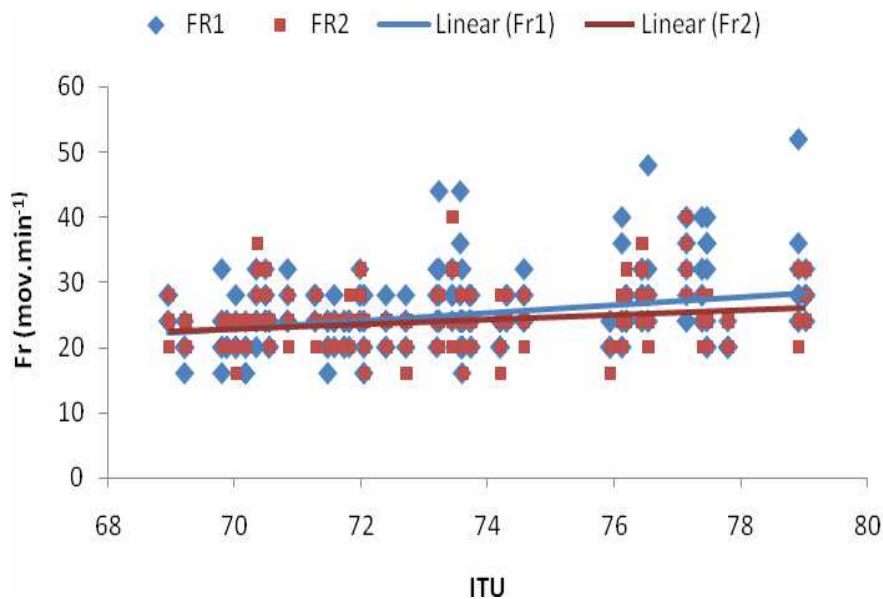


Figura 2. Frequência respiratória ( $\text{mov.min}^{-1}$ ) de bezerros Sindi e Guzará em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Nota-se, através do valor do coeficiente de determinação algumas variações na frequência respiratória em função do ITU para os bezerros Sindi. Observa-se que a frequência respiratória permaneceu constante ( $24 \text{ mov.min}^{-1}$ ) no ITU de 68,9 até o valor de 74,0, ocorrendo um aumento na frequência respiratória ( $28 \text{ mov.min}^{-1}$ ) quando atingiu o valor de 76,1, mesmo com a elevação do ITU, a frequência respiratória esteve dentro do considerado normal para a espécie, de acordo com valores citados por Bodisco et al. (1973), de 15 e  $30 \text{ mov.min}^{-1}$ . O valor de 76,1 para o ITU de acordo com a classificação de Hahn (1985) foi considerado crítico (71 a 78).

O valor considerado crítico (76,1) não influenciou nas respostas termorreguladoras.

Para os bezerros da raça Guzará no ITU de 68 a 78,9 o valor de frequência respiratória permaneceu constante ( $24 \text{ mov.min}^{-1}$ ), quando atingiu ITU de 79 a frequência respiratória aumentou para  $28 \text{ mov.min}^{-1}$ , demonstrando que a frequência respiratória das raças não sofreram influencia na variação do ITU, mostrando boa adaptação dos bezerros às condições do Agreste Paraibano.

O modelo (Figura 3) que melhor explicou a frequência respiratória em função do ITGU para os bezerros Sindi foi o linear, expresso como  $Fr_1 = -19,55 + 0,600 \text{ ITGU}$  e  $r = 0,34$ .

Com relação aos bezerros Guzerá, o modelo de regressão linear foi o  $Fr_2 = - 3,211 + 0,368$  ITGU com  $r = 0,26$ .

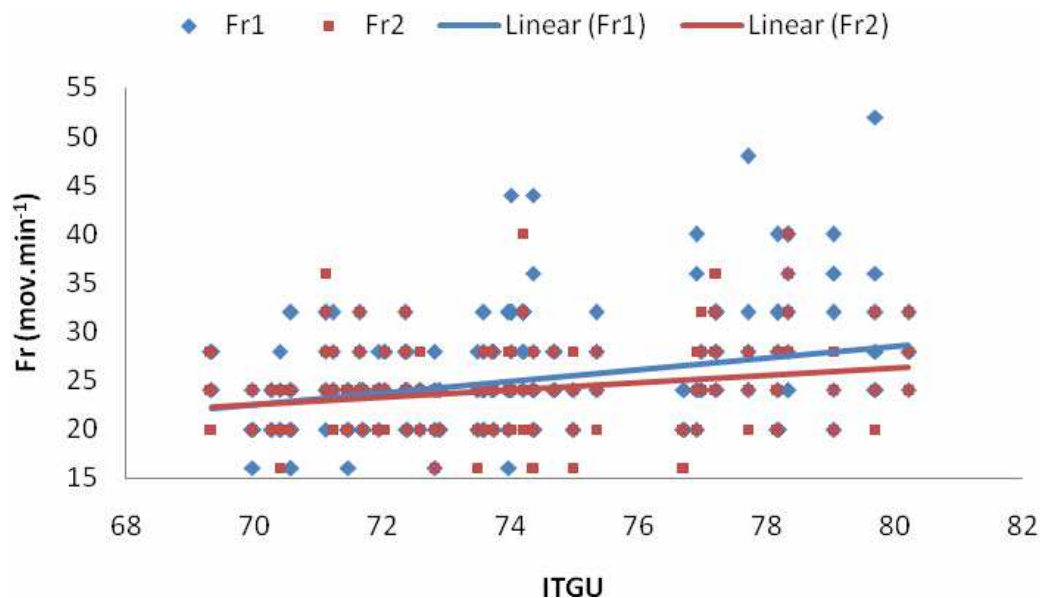


Figura 3. Frequência respiratória ( $\text{mov.min}^{-1}$ ) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

No ITGU de 69,3, os bezerros Sindi e Guzerá apresentaram  $24 \text{ mov.min}^{-1}$ , no ITGU de 80,2 os bezerros Sindi atingindo  $28 \text{ mov.min}^{-1}$ ; nesse mesmo ITGU (80,2) os bezerros Guzerá atingiram  $24 \text{ mov.min}^{-1}$ .

Os bezerros não atingiram níveis críticos de frequência respiratória mesmo com índices de conforto considerados de situação perigosa (79 a 84) pelo National Weather Service–USA apud Baêta (1985).

A análise de regressão mostrou que o modelo linear (Figura 4) foi o mais adequado para ambas as raças para explicar as variações de  $Tr$  em função do ITU; essas variáveis apresentaram equações de regressão para o Sindi e Guzerá, respectivamente,  $Tr_1 = 34,84 + 0,057 \text{ ITU}$  ( $r = 0,37$ ) e  $Tr_2 = 35,59 + 0,048 \text{ ITU}$  ( $r = 0,32$ ).

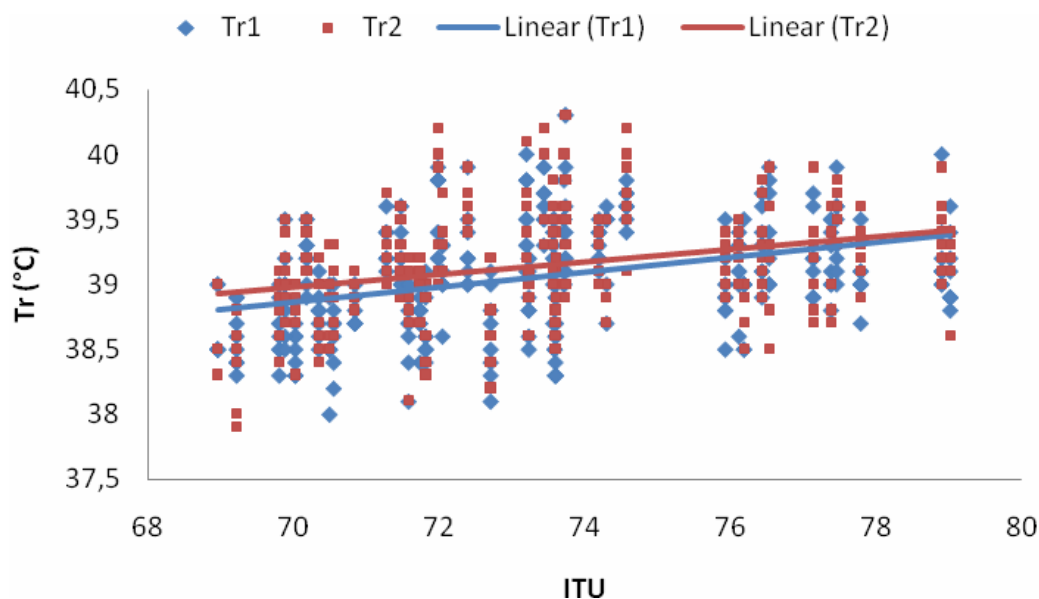


Figura 4. Temperatura retal (°C) de bezerros Sindi e Guzera em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Em ITU igual a 69,2 e 78,9, a temperatura retal aumentou de 38,9 para 39,4 °C nos bezerros Sindi; para os bezerros guzerá, o ITU variou de 68,9 para 78,9 e a temperatura retal aumentou de 38,9 para 39,5 °C, valores considerados normais, de acordo com os citados por Silva (2000) que observou que a temperatura retal normal de bezerros em condições de termoneutralidade varia de 38,5 a 39,7 °C, reforçando, assim, que as raças se encontram dentro dos valores considerados normais.

Esta resposta da temperatura retal em função do ITU está associada, provavelmente, ao padrão bifásico do ritmo circadiano ou nictemeral da temperatura corporal dos bovinos, observado por Wrenn et al. (1961). Esses autores submeteram vacas prenhas a um ambiente aquecido e observaram redução de 0,6 °C na temperatura retal dos animais, sendo que 67% das vacas apresentaram um padrão bifásico na variação da temperatura retal. O horário médio no qual se observou a menor temperatura retal, foi às 10 h 25 min.

Com relação ao ITGU, o modelo linear  $Tr_1 = 35,33 + 0,050 ITGU$  ( $r = 0,34$ ) para o Sindi e  $Tr_2 = 36,01 + 0,042 ITGU$  ( $r = 0,30$ ) para o Guzera, foi o que melhor explicou as variações de Tr em função desse índice de conforto (Figura 5).

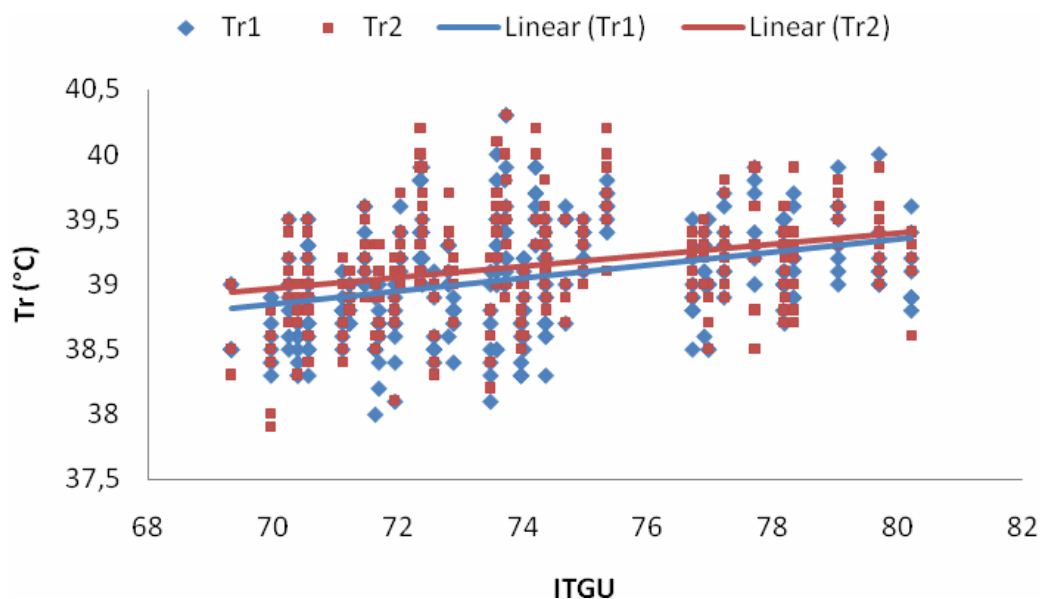


Figura 5. Temperatura retal (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

As raças apresentaram temperatura de 39 °C no ITGU de 69,3 e atingiram a temperatura de 39,4 °C no ITGU de 80,2, valores esses considerados altos, de acordo com os valores encontrados por Dukes (1996) para bezerros leiteiros (variações entre 38,0 e 39,3 °C).

Os bezerros atingiram níveis críticos de ITGU considerados situação perigosa (79 a 84) pelo National Weather Service–USA apud Baêta (1985).

Nos horários do dia em que os bezerros se encontravam em desconforto, eles buscaram mecanismos evaporativos para regulação da temperatura retal.

O teste de ajuste de modelos mostrou que o linear representado pelas fórmulas  $Tp_1 = -3,385 + 0,470 \text{ ITU}$  ( $r = 0,62$ ) e  $Tp_2 = -2,393 + 0,453 \text{ ITU}$  ( $r = 0,62$ ), foi o que melhor representou as variações de  $Tp$  ocasionadas pelos aumentos no ITU (Figura 6) para os bezerros Sindi e Guzerá, respectivamente.

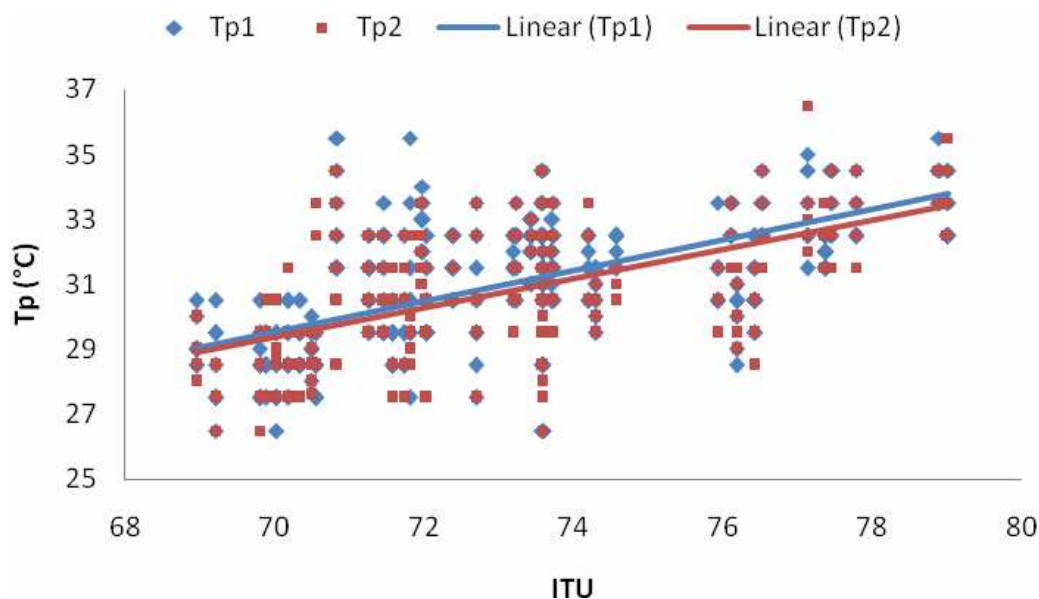


Figura 6. Temperatura de pele (°C) de bezerros Sindi e Guzerá em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Os bezerros Sindi e Guzerá apresentaram temperatura de pele semelhante.

Quando a temperatura de pele atingiu 29 °C, o ITU foi 68,96; com a elevação do ITU de 78,9, a temperatura de pele foi de 33,5 °C; nesta temperatura de pele as raças se comportaram igualmente mostrando que possuem boa tolerância ao calor, permitindo melhor resposta termorreguladora, facilitando a manutenção e o equilíbrio homeotérmico (Santos, 1999 e Ablas, 2002).

De acordo com Hahn (1985) apud Silva (2000) valores de ITU inferiores a 70 indicam condições não estressantes enquanto valores superiores a 83 apontam estresse severo, mostrando que, em certos horários, os bezerros se encontraram dentro da normalidade e os animais permaneceram a maior parte do tempo sob condições aceitáveis.

O modelo selecionado para explicar as variações de Tp em função do ITGU foi o linear, expresso para o Sindi e Guzerá, respectivamente, em  $Tp_1 = - 1,391 + 0,439 ITGU$  ( $r = 0,61$ ) e  $Tp_2 = - 0,458 + 0,423 ITGU$  ( $r = 0,60$ ) (Figura 7).

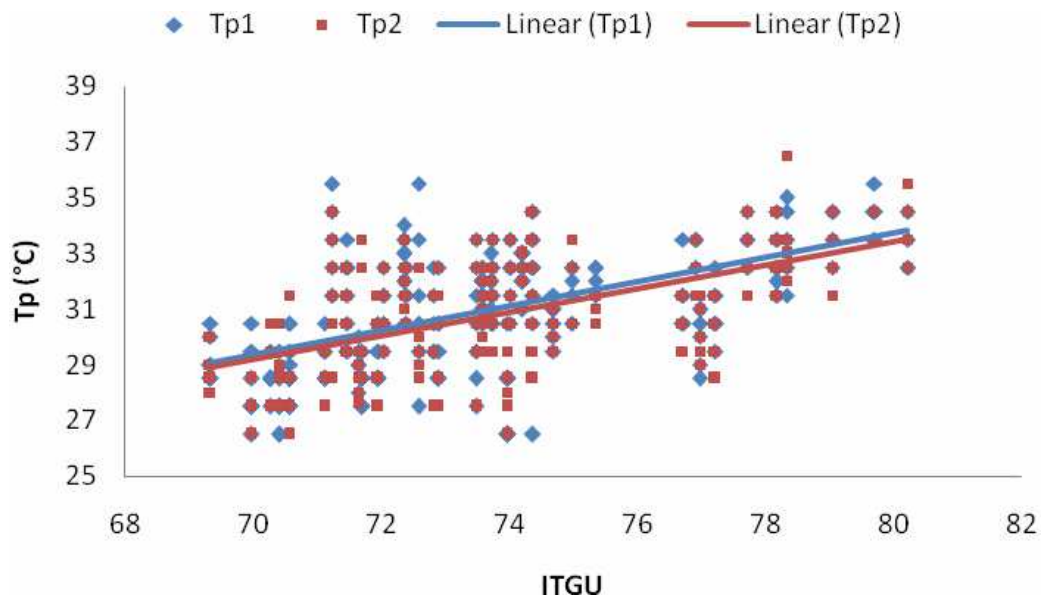


Figura 7. Temperatura de pele (°C) de bezerros Sindi e Guzera em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

No ITGU de 69,34 as duas raças apresentaram temperatura de pele de 29 °C atingindo 33,5 °C no maior valor desse índice de conforto (80,2), considerado situação de alerta neste maior valor.

De acordo com Baêta (1985), valores entre 79 e 84 são consideradas situação perigosa para bovinos.

A média de temperatura de pele, 31,1 para bezerros Sindi, obtida neste estudo, foi atingida com ITGU de 73,6, valores de ITGU considerados dentro da situação de conforto até 74 (Baêta, 1985).

### Conclusões

Os bezerros Sindi e Guzerá apresentaram temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de pele, significativamente ( $p < 0,05$ ) mais elevados nos horários mais quentes do dia; referidas variáveis estiveram dentro dos padrões normais da espécie bovina, indicando que são capazes de se manter em homeotermia, mesmo em condições consideradas estressantes para outras raças bovinas.

Com base na temperatura retal, que demonstrou ser o melhor indicador de estresse térmico, o índice de temperatura e umidade (ITU) revelou-se melhor que o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) na avaliação do impacto do calor ambiental sobre os bezerros Sindi e Guzerá.

O ITU de 75,5 e ITGU de 76,3, apesar de ser considerado estressante por diversas fontes da literatura, não foi associado a condição de estresse, pelos animais.



## Referências Bibliográficas

- Ablas, D. S. Comportamentos de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudoeste do Brasil. Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2002. 70p. Dissertação Mestrado.
- Arcaro Júnior, I.; Arcaro, J. R. P.; Pozzi, C. R.; Fava, C. D.; Fagundes, H.; Matarazzo, S. V.; Oliveira, J. E. de. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, 2005.
- Armstrong, D. V.; Welchert, W. T. Dairy Cattle Housing to Reduce Stress in a Hot-Arid Climate. In: *Dairy Systems for the 21st Century, Proceedings of the Third International Dairy Housing Conference, 2-5 February 1994, Orlando, Florida*. ASAE, 598-604.
- Baccari Jr, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 142p. 2001.
- Baccari Jr., 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*, 8. Anais, Botucatu: FMVZ. 1979
- 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, 218p. (Ph. D. Thesis). 1985.
- 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.
- Bodisco, V.; Manrique, U.; Valle, A; et alii. Tolerância al calor e humeded atmosferica de vacas Holstein, paardas suizas y guernsey. *Agron. Trop.*, 23(3):241-261, 1973.
- Broom, D. M.; Molento, C. F. M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas – Revisão. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 2, p. 1 – 11, 2004.
- Brown-Brandl T. M. Termoregulatory responses of feeder cattle. *Journal Thermal Biology*, Oxford, England, v. 28, p. 149-157, 2003.
- Buffington, D. E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H. et al. ; Black globe – humidity confort index for dairy cows. *Transactions of the ASEA*, v.24. p.711-714, 1981.
- Carvalho, F. A.; Lammoglia, M. A.; Simões, M. J.; 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.

- Costa e Silva, E. V. Ambiente e manejo reprodutivo: problemas e soluções. In: Zootec, Uberaba, 2003. Anais... Uberaba: FAZU, 2003, p.75-91.
- 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.
- Dukes, H. H. Fisiologia dos animais domésticos. Ed.Guanabara Koogan. 11ªed. Rio de Janeiro. 856p. 1996.
- Funarbe. SAEG - Sistema para análises estatísticas - versão 5.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993. 80 p.
- Guyton, A. C., Hall; J. E.; Tratado de Fisiologia Médica. 10.ed, editora Guanabara Koogan, 2002.
- Hahn, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. Journal of Animal Science, Suppl. 2, v. 77; Journal of Dairy Science, Suppl 2, v. 82, Savoy, USA, p.10-20, 1999.
- Hahn, G. L.; Mader, T. L. Heat waves in relation o thermoregulation, feeding behavior, and mortality of feedlot cattle. In: International Livestock Environment Symposium, 5., Minnesota, 1997. Proceedings. St. Joseph: ASAE, p.125-129. 1997.
- 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 ine. Boca Raton. p. 151-174. 1985.
- Johnson, H. D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. International Journal Biometeorology, v.24, p.65-78, 1980.
- Lefcourt A. M.; Adams W. R. Radiotelemetry measurement of body temperatures of feedlot steers during summer. Journal of Animal Science, Savoy, USA, v. 74, p. 2633-2640, 1996.
- Lemerle, C.; Goddard, M. E. Assesment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. Tropical Animal Health Production, v. 18, p.232-242, 1986.
- Mader, T. L. Environmental stress in confined beef cattle. Journal Animal Science 81. 2003. (electronic suppl. 2):110-119 (ARD No. 13820).
- National Research Council. NRC. Nutrient requirements of beef cattle, Washington, D.C. 242p. 1996.
- National Wether Service – Central Region. Livestock Hot Weather. Stress. Letter C-31-76. 1976.

- Oliveira, M. A.; Fontes, C. A. A.; Lana, R. P. Consumo alimentar e digestibilidade de rações com dois níveis de concentrado em bovinos de cinco grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, n.4, p.667, 1994.
- Santos, R. Os cruzamentos na pecuária moderna. [S.I.]: Editora Agropecuária Tropical, 1999.
- Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants: a review. *Livestock Prod. Sci.*, v.67, p. 1 – 18, 2000.
- Silva, R. G. da. Um modelo para a determinação do equilíbrio térmico de bovinos em ambientes tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1244-52, 2000.
- Wreen, T. R. Bitmam, N. J.; Siykes, J. F. Diurnal patterns of bovine body temperature. *Journal of Dairy Science*, v.44, p.2077-2080, 1961.

### CAPÍTULO III

---

Respostas fisiológicas, consumo alimentar e comportamento de bezerros Sindi e Guzerá confinados no Agreste Paraibano

## Respostas fisiológicas, consumo alimentar e comportamento de bezerros Sindi e Guzerá confinados no Agreste Paraibano

### Resumo

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o consumo alimentar, comportamento e adaptabilidade de bezerros Sindi e Guzerá às condições climáticas do Agreste Paraibano e determinar os gases presentes na instalação. O estudo foi realizado na estação experimental de Alagoinha, pertencente à EMEPA-PB, de julho a setembro de 2007, duração de 73 dias. Alimentaram-se 16 bezerros das raças Sindi e Guzerá, peso inicial médio de  $179,0 \pm 14,53$  e  $209,0 \pm 21,28$ , respectivamente, com uma única dieta à base de concentrado e capim elefante. Os tempos de alimentação, ruminação e em ócio, consumo de matéria seca e proteína bruta, não foram influenciados ( $p < 0,05$ ) em função da alimentação. Não houve efeito ( $p < 0,05$ ) das atividades de defecação e procura por água em função das raças e da estratégia de alimentação. Os consumos de MS, FDN, FDA, MM e água não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis PB ( $\text{Kg dia}^{-1}$ ) e EE (% PV e  $\text{g Kg}^{-0,75} \text{ dia}^{-1}$ ); não ocorreu diferença significativa ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ) entre as raças analisadas. Realizaram-se medições de Temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr) e temperatura de pele (Tp). As duas raças demonstram habilidade de dissipar calor corporal armazenado. Os valores médios de Fr (26,0) e Tp (32,3), apesar de terem sido mais elevadas no horário mais quente do dia (13h00) e a Tr (39,3) no final da tarde (17h00), se mantiveram dentro da normalidade para as raças em estudo. A quantidade de gases produzido no interior das instalações não foi significativa devido à ventilação natural do ambiente e limpeza diária das instalações. Os índices de conforto estiveram dentro da normalidade na maior parte do período experimental, demonstrando que os animais não estiveram em condições ambientais estressantes. As raças apresentam boa adaptabilidade às condições climáticas da região do Agreste Paraibano.

Palavras-chaves: ambiência, adaptabilidade, alimento, água, parâmetros comportamentais, bovino

Physiological responses, food intake and behavior of calves Sindi and Guzerá confined in the Agreste Paraibano

**Abstract**

With the objective of to assess the food consumption, behavior and adaptability of calves Sindi and Guzerá climate of Agreste Paraibano and determine the gases present in the facility. The study was conducted at the experimental station of Alagoinha, belonging to EMEPA-PB, of July at September of 2007, duration of 73 days. Were 16 calves Sindi breeds and Guzerá, average initial weight of  $179.0 \pm 209.0 \pm 14.53$  and  $21.28$ , respectively, fed a single diet based on elephant grass and concentrate. The times of feeding, rumination and leisure, consumption of dry matter and crude protein weren't influenced ( $p < 0.05$ ) depending on the food. There wasn't effect ( $p < 0.05$ ) the activities of defecation and demand for water in terms of race and the strategy of power. The intakes of DM, NDF, ADF, MM and water showed no significant difference ( $p < 0.05$ ). Significant difference ( $p < 0.05$ ) for the variables PB ( $\text{Kg dia}^{-1}$ ) e EE ( $\% \text{ PV e g Kg}^{-0,75} \text{ dia}^{-1}$ ). There wasn't significant difference ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ) among the breeds analyzed. We made measurements of rectal temperature (Tr), respiratory frequency (Fr) and of skin temperature (Tp). The two breeds that have demonstrated ability to dissipate body heat storage. The average values of Fr (26.0) and Tp (32.3), despite being higher in the hottest hours of the day (13:00) and Tr (39.3) in the late afternoon (17:00), remained within normal for the breeds under study. The amount of gases produced within the premises was not significant due to the natural ventilation of the environment and daily cleaning of the premises. Levels of comfort were within the normal range in most of the experimental period, demonstrating that the animals were not able environmental stressors. The races have good adaptability to climatic conditions in the region of Agreste Paraibano.

Key words - environment, adaptability, food, water, behavior, bovine

## Introdução

Segundo Dado et al., (1995), o comportamento do animal é constituído dos: tempos de alimentação, ruminação, ócio, eficiência de alimentação e ruminação.

O estudo do comportamento animal é de extrema relevância para o aprimoramento e aplicação de técnicas de manejo em sistemas de criação. O comportamento social dos animais zootécnicos é fator determinante nas criações e pode influenciar o acesso à alimentação, à água, ao abrigo e ordem de entrada na sala de ordenha, entre outros (Machado Filho & Hötzel, 2003).

Os animais consomem por pequenos espaços de tempo em que, cada um se caracteriza como refeição, sendo que o número de refeições diárias varia de espécie para espécie e apresenta distribuição irregular ao longo das 24 horas, havendo preferência das espécies domésticas pela alimentação diurna (Silva et al., 2005).

O consumo de matéria seca (MS) é um parâmetro fundamental na formulação de dietas a fim de atender às exigências nutricionais, predizer o ganho de peso diário dos animais e estimar a lucratividade da exploração, particularmente em confinamento (NRC, 1996).

Os ruminantes, assim como outras espécies, ajustam o consumo alimentar às suas necessidades nutricionais, sobretudo de energia (Arnorld, 1985). Animais estabulados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia. Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta maior também será o tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994).

Os bovinos são animais capazes de manter a estabilidade fisiológica do seu corpo. Esta capacidade se refere aos mecanismos de autorregulação e controle dos estados químicos e funcionais internos do organismo frente às flutuações do ambiente externo (McFarland, 1999); esse equilíbrio dinâmico é denominado homeostase.

A termorregulação se refere especificamente à capacidade do animal em manter a temperatura corporal estável. A habilidade de regular a temperatura interna é uma adaptação evolutiva, que permite aos animais homeotermos minimizar problemas provenientes da variação da temperatura ambiente (Silanikove, 2000).

O estresse é caracterizado pela soma de mecanismos de defesa do animal a um agente estressor. A susceptibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta sempre que o binômio: umidade relativa do ar e temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico dificultando, assim, a dissipação de calor e incrementando, conseqüentemente, a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho (Carvalho et al., 1995).

Em condições de termoneutralidade a frequência respiratória normal da vaca em lactação varia de 18 a 28 movimentos por minuto e começa a elevar-se significativamente a partir da temperatura crítica superior a 26 °C (Anderson, 1988). Sob temperatura de 31 °C e ITU igual a 79, vacas Holandesas apresentaram frequência respiratória de 68 movimentos por minuto, com amplitude de variação de 44 a 108 (Baccari Junior et al., 1995).

O número normal de movimentos respiratórios, segundo Dukes (1977) apud Turco et al (2004) é, em média, 18 a 28 mov min<sup>-1</sup>.

De acordo com Arrilaga et al., (1962) a frequência respiratória é considerada normal quando se tem de 15 a 30 mov min<sup>-1</sup>.

As diferenças verificadas na atividade metabólica dos tecidos fazem com que a temperatura não seja homogênea no corpo todo e apresente variações de acordo com a região anatômica. A superfície corporal apresenta temperatura mais variável e mais sujeita às influências do ambiente externo (Silva, 2000).

Um parâmetro importante que afeta o bem-estar animal é a qualidade do ar, por meio da presença de odores e alta concentração de gases, poeira e patógenos (Koerkamp et al., 2000 apud Amaral, 2007).

No Brasil, a legislação pertinente ao trabalho com gases está regulamentada pela NR-15, a qual define que nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância para o homem como, por exemplo, 39 ppm para o monóxido de carbono. O limite de exposição para humanos, considerando-se oito horas em média, é de 50 ppm (Wathes, 1999 apud Sampaio, 2005). Wathes (1999) recomenda que o limite máximo de exposição contínua para animais é de 10 ppm.

A amônia é frequentemente o poluente tóxico mais encontrado em altas concentrações no interior das instalações zootécnicas cuja formação é atribuída à decomposição microbiana do ácido úrico dos excrementos (Carlile, 1984 e Macari & Furlan, 2001). Este,



por sua vez, pode ser detectado por humanos a partir de uma concentração de 10 ppm ou até menor. Menos denso que o ar, o mesmo se movimenta com muita facilidade pela instalação, sendo considerado, então, um estressor crônico (Curtis, 1983).

Os tempos gastos com a ingestão de alimentos são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de ócio. O tempo gasto em ruminação é mais prolongado à noite, mas os períodos de ruminação são ritmados também pelo fornecimento de alimento (Fisher et al., 2000).

Como o regime de confinamento com gado de leite é uma prática muito utilizada no Brasil, o estudo do comportamento dos animais é de grande relevância (Silva et al., 2004).

Segundo Penz Jr. (2003) a falta de água causa prejuízos à anatomia e à fisiologia do animal e compromete o sistema imunológico. Quanto maior o consumo proporcional de água maior também é o aproveitamento do alimento.

Ante do exposto, este estudo foi conduzido com o intuito de se avaliar os parâmetros do comportamento e consumo alimentar com única dieta à base de capim elefante, e, a adaptabilidade dos bezerros Sindi e Guzerá confinados no Agreste Paraibano e, ainda, determinar os gases presentes na instalação.

### Material e Métodos

Realizou-se este experimento na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. - EMEPA, localizada na Mesorregião Agreste Paraibano, Microrregião de Guarabira, 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 a média de 990 mm anuais.

Utilizaram-se 16 bezerros desmamados, de dois grupos genéticos: Sindi e Guzerá, com peso médio inicial de 179,0±14,53 kg e 209,0±21,28 kg, respectivamente; vermifugados, distribuídos aleatoriamente por genótipo e alojados em estábulo, orientação Norte-Sul, nas seguintes dimensões: 11,5 x 13,5 m, dividido em 8 baias com 14,5 m<sup>2</sup> cada uma, pé-direito de 3,25 m, piso de concreto, providas de comedouros e bebedouros de alvenaria, cobertas com telhas cerâmicas, conforme as Figuras 1, 2 e 3.



Figura 1. Visualização dos animais nas baias

O período experimental teve duração de 73 dias, dos quais 13 de adaptação e 60 de coleta de dados, ocorridos entre 03 de julho a 13 de setembro de 2007. Os bezerros ficaram confinados durante todo o período experimental.



Figura 2. Instalações experimentais

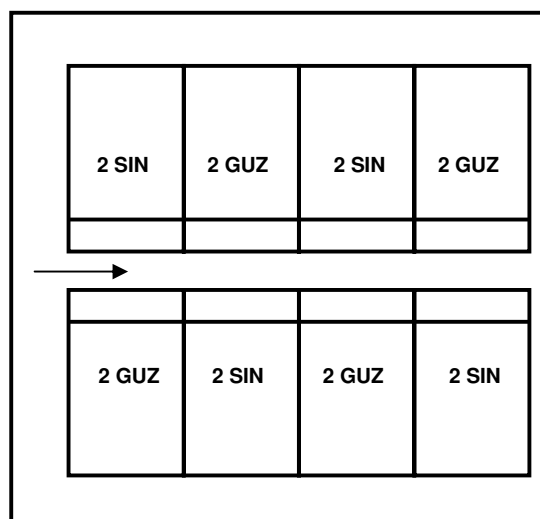


Figura 3. Layout das baias

A composição química dos ingredientes está apresentada na Tabela 1, enquanto as composições percentuais e químicas da dieta experimental se encontram na Tabela 2.

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

Ingredientes	MS	MO	MM	PB	FDN	FDA	EE	CHOT	CNF	DIVMS
Capim Elefante	32,11	91,13	8,33	4,38	75,44	53,23	1,23	86,06	10,62	34,39
Farelo de milho	89,01	95,43	1,68	10,90	12,10	4,10	9,51	77,91	65,81	64,64
Farelo de trigo	91,91	94,38	5,62	16,09	66,13	19,73	3,11	75,19	9,06	68,02
Farelo de soja	88,77	92,80	6,80	46,34	16,12	10,21	2,18	44,68	28,56	80,78
Suplemento mineral	97,1	86,07	12,99	-	-	-	-	-	-	-

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

Ingredientes	(%)
Capim elefante	65,00
Farelo de milho	21,800
Farelo de trigo	8,652
Farelo de soja	3,500
Uréia	0,800
Suplemento mineral	0,248
Composição Química	(%)
Matéria seca	51,40
Matéria mineral	6,27
Proteína bruta	10,69
Extrato etéreo	2,94
Carboidratos não fibrosos	19,00
Fibra em detergente neutro	57,64
Fibra em detergente ácido	37,38
Digestibilidade in vitro da Matéria Seca	44,99

Com base na NRC (1996)

A dieta fornecida aos animais se compunha de capim elefante e concentrado à base de farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo, uréia e suplemento mineral. A dieta foi formulada com base no NRC (1996) para atender bezerros em crescimento com peso vivo médio de 190 kg, com ganho de peso, consumo de matéria seca e proteína bruta de 0,500 kg dia<sup>-1</sup>; 6,5 kg dia<sup>-1</sup> e 10,67%, respectivamente.

O capim elefante foi moído em uma máquina tipo “DMP” (desintegrador, moedor e picador), para, em seguida, ser misturado aos outros ingredientes da dieta experimental.

O arraçoamento dos animais foi realizado à vontade, às 7 e às 13 horas; cada animal consumiu, em média, 16 kg de capim elefante e 2,5 kg de concentrado por dia. A quantidade de ração fornecida diariamente foi ajustada de acordo com o consumo do dia anterior de modo que houvessem sobras em torno de 20% do total fornecido a fim de proporcionar ingestão à vontade e os níveis dos ingredientes da dieta para posteriores análises laboratoriais.

Para se avaliar as estimativas de consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em

detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT) e extrato etéreo (EE), a quantidade de ração oferecida foi pesada e registrada, assim como as sobras; estas foram amostradas diariamente por baia experimental e se fez uma única amostra composta; em seguida fazia-se a secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C, por 72 h, e moídas em moinho de facas tipo Wiley, para posterior determinação dos teores de nutrientes, de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Avaliação de Alimentos do CCA/UFPB.

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

Realizaram-se as análises de MS, MO, PB, EE e MM, de conformidade com a metodologia compilada da AOAC por Silva & Queiroz (2002); FDN e FDA foram determinados utilizando-se o aparelho Ankom<sup>200</sup> da Ankom Technology Corporation, seguindo-se o método de Van Soest et al. (1991) com modificação em relação aos sacos, onde utilizou-se sacos de TNT em gramatura de 100mm, confeccionados no Laboratório de Nutrição Animal.

Durante o período pre-experimental a água foi oferecida à vontade nos bebedouros de cimento. No período experimental a água foi pesada diariamente e anotada, tendo-se avaliado, também, a evaporação da água, para o que se colocaram 3 baldes de plástico, durante 3 dias, se realizou a média destes dias.

Os índices produtivos analisados foram ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e consumo de matéria seca (CMS). O GPT foi calculado pela diferença entre o peso final e o peso dos animais no início do experimento. Encontrou-se o GPD dividindo-se o GPT pelo número de dias do experimento. O consumo de matéria seca é a relação entre o consumo de matéria seca e o ganho de peso correspondente.

As observações referentes ao comportamento dos animais foram realizadas entre 18 h do primeiro dia de colheita até 18 h do dia seguinte, de forma visual pelo método de varredura instantânea, a intervalos de cinco minutos, por quatro períodos integrais de 24 horas e registradas em formulários previamente elaborados. As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio em pé (OEP), ócio deitado (OD), em pé comendo

(EPC), em pé bebendo (EPB), em pé ruminando (EPR) e deitado ruminando (DR). Analisaram-se, a partir desses dados, os tempos em ócio, ruminação e em alimentação, observando-se também, de forma contínua, o número de vezes em que o animal defecou, urinou e consumiu água.

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).

Durante o experimento se coletaram os dados das variáveis ambientais das instalações, de hora em hora, utilizando-se datalogger HOBO®H8, com quatro sensores que captaram as variáveis: temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperatura do globo negro (Tgn). Coletou-se a velocidade do vento (VV) através de um anemômetro digital portátil modelo LM 8000 da marca Lutron. Com os dados coletados, obtiveram-se a umidade relativa do ar (UR), os índices de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).

Os índices fisiológicos analisados foram Temperatura Retal (Tr), Frequência Respiratória (Fr) e Temperatura da Pele (Tp), que foram medidos duas vezes por semana, em três horários distintos, às 7, 13 e 17h. Para obtenção da frequência respiratória e temperatura de pele, as medições eram realizadas no local em que os animais ficavam confinados; já para a temperatura retal os bezerros foram soltos e levados para o brete a fim de se medir a temperatura retal.

Fez-se a temperatura retal (Tr) através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala de até 44 °C, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 3,5 cm, permanecendo aí durante 2 min; a frequência respiratória (Fr) foi realizada através da observação direta no flanco do animal contando-se o número de movimentos durante 15 s, em que o resultado foi multiplicado por 4 obtendo-se, então, a frequência respiratória em movimento por minuto. Mediu-se a temperatura da pele (Tp) com um termômetro infravermelho digital, marca Raytec, modelo RAYSTPHC, na região dorsal em distância aproximada de 50 cm.

Para avaliação das Tr, Fr, e Tp, utilizou-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados com oito repetições em parcelas subdivididas, com genótipo na parcela principal e tempo na subparcela, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + C_{ij} + t_k + g_{tik} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

$\mu$  = constante geral

$g_i$  = genótipo

$\varepsilon_{ij}$  = erro na parcela

$t_k$  = tempo

$g_{tik}$  = interação g x t

$C_{ejk}$  = erro nas subparcelas

Realizou-se, durante a última semana (5 dias) de setembro, a mensuração da concentração dos gases oxigênio (O<sub>2</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), para se avaliar os níveis de concentração dos gases na instalação utilizada. Para esta medição se usou um monitor de gases portátil digital PHD5 marca Biosystems®, configurados para leitura contínua de até cinco gases no interior das 8 baias analisadas. As medições dos gases foram realizadas às 4 e 18 h, diariamente, sendo que o detector de gases estava posicionado primeiro na altura da cabeça do animal e a nível do centro de massa do tratador.

A1 e A2 correspondem aos alarmes instantâneos no momento em que a leitura é realizada no galpão e ultrapassa os níveis pre-estabelecidos pelo equipamento, cujo alarme soava (Tabela 3).

Tabela 3. Dados dos níveis pré-estabelecidos dos sensores de gás do PHD5 (Biosystems®)

Sensores	A1	A2	STEL	TWA
CH <sub>4</sub>	10 % LIE	-----	-----	-----
O <sub>2</sub>	19,5 % em vol.	23,5 %em vol.	-----	-----
CO	35 ppm	-----	100 ppm	35 ppm
H <sub>2</sub> S	10 ppm	-----	15 ppm	10 ppm
NH <sub>3</sub>	25 ppm	-----	35 ppm	25 ppm

O STEL (Tempo Médio Ponderado) corresponde ao nível médio de exposição ao gás tóxico em qualquer intervalo de 15 min, durante um período de trabalho ou leitura.

Os dados de TWA (Tempo Médio Ponderado) representam o nível médio de exposição a gases tóxicos equivalentes ao período de oito horas de trabalho ou leitura.

A pesagem dos animais foi realizada a cada 14 dias. Os índices produtivos analisados foram o ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e consumo de matéria seca (CMS). Calculou-se o GPT pela diferença entre o peso final e o peso dos animais no início do experimento. O GPD foi encontrado dividindo-se o GPT pelo número de dias do experimento. O consumo de matéria seca é a relação entre o consumo de matéria seca e o ganho de peso correspondente.

Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando necessário, as medidas foram 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 dos elementos climáticos durante o período experimental se encontram na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios dos elementos climáticos: temperatura de bulbo seco - Tbs, 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, das 06 h às 11 h e à tarde, das 12 h às 18 h, durante o período experimental

	PERÍODO DO DIA				
	Manhã		Tarde		Média Geral
	Média	Amplitude	Média	Amplitude	
TBs (°C)	25,13	24,58 – 25,68	25,59	25,36 – 25,82	25,36
ITU	73,14	72,44 – 73,83	73,46	72,09 – 74,82	73,30
UR	68,18	54,06 – 82,29	66,95	54,84 – 79,06	67,56
Tgn (°C)	25,66	25,42 – 25,89	26,20	25,79 – 26,61	25,93
ITGU	73,59	72,64 – 74,54	74,06	72,52 – 75,60	73,83
VV (m.s <sup>-1</sup> )	2,39	1,87 – 2,92	2,92	2,29 – 3,54	2,66

Durante o período experimental (Tabela 4), a temperatura média da manhã foi 25,1 °C e, à tarde, 25,5 °C superior, portanto, à encontrada por Bianca (1970), Hahn (1976) e Salem et al. (1982) adaptados por Silva (2000) os quais relatam a temperatura crítica inferior para bezerros de 13°C, e a temperatura crítica superior de 25°C.

O valor médio do ITU no período da manhã foi 73,1, à tarde 73,4, verificou-se, nesses horários, que os animais se encontravam sob condições críticas, já que, na classificação de Gomes (2006) o valor do ITU entre 71 e 78 é crítico. Segundo este autor, tais faixas seriam válidas para animais domésticos em geral e não apenas para vacas.

A UR apresentou valores médios de 68,1 pela manhã, e 66,9 à tarde; de acordo com a classificação de Thompson et al. (1953) apud Silva (2000) é considerada normal (51 a 79%). Valores menores da UR podem estar associados ao aumento da temperatura ambiente no período da tarde. A UR exerce grande influência no bem-estar e produtividade do animal, principalmente se em altos valores e associados a altas temperaturas do ar (Baêta & Souza, 1997).

No período da tarde, a tgn apresentou temperatura mais elevada (26,2); resultados semelhantes foi obtido por Souza et al. (2005) em trabalho com caprinos no semi-árido paraibano, com valores médios diários de 28,5 e 31,1 °C.

Os valores médios de ITGU durante o experimento estão representados na Tabela 4. De acordo com Baêta (1985) os valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para os bovinos; de 74 a 78, situação de alerta.

No período da manhã a velocidade média dos ventos variou de 1,8 a 2,9 m s<sup>-1</sup>, respectivamente; no período da tarde, essas médias foram de 2,2 e 3,5 m s<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo McDowell (1989), ventos com velocidade de 1,3 a 1,9 m s<sup>-1</sup> são ideais para a criação de animais domésticos, causando preocupação ao atingirem 8 m s<sup>-1</sup>. Esses valores influenciaram, de forma positiva, no conforto dos bezerros no ambiente, ajudando na dissipação do calor.

Apresenta-se, na Figura 4, a precipitação média (mm) durante o período experimental.

O total de chuvas em milímetros, durante o período experimental, foi de 141,2 (julho), 87,6 (agosto) e 82,9 (setembro), mostrando a distribuição concentrada das chuvas, fato este desconfortante, visto que, no restante do ano, os rebanhos têm queda na produção de leite, na reprodução e no crescimento. Esta alternância acarreta reflexos econômicos acentuados sobre a exploração animal e é uma realidade com a qual se precisa aprender a conviver e superar.

A umidade relativa (Figura 5) nos meses de julho (78%) e agosto (80%) foi elevada comparando-se com o mês de setembro (54,4) consideradas altas por Nããs (1989), que cita, para bovinos, máximo de 70% de UR do ar. Apesar dos valores de UR terem sido elevados na maior parte do experimento, os animais não demonstraram irritação nem desconforto.

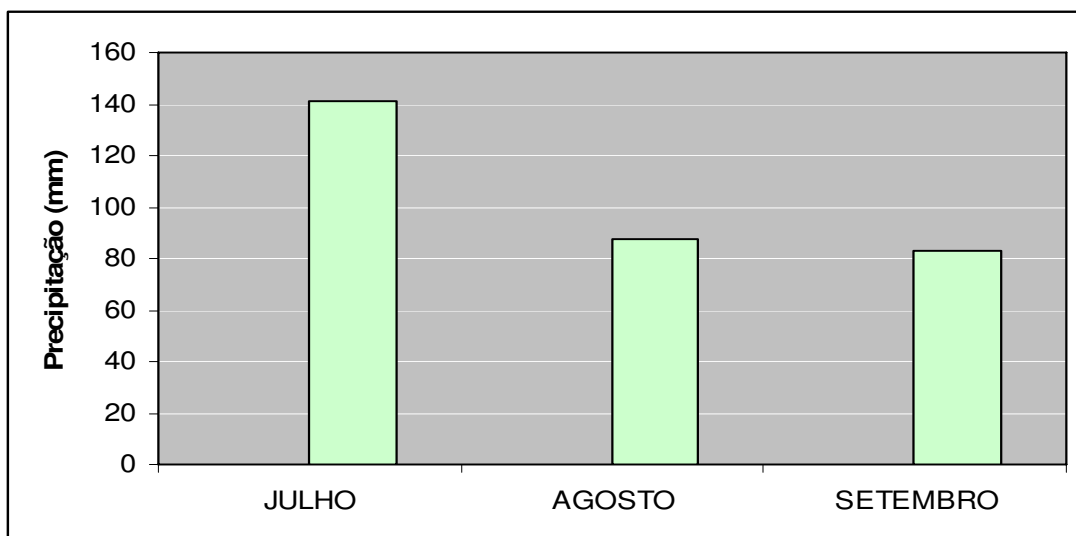


Figura 4. Precipitação média em (mm) da Estação Experimental de Alagoinha nos meses de julho, agosto e setembro de 2007

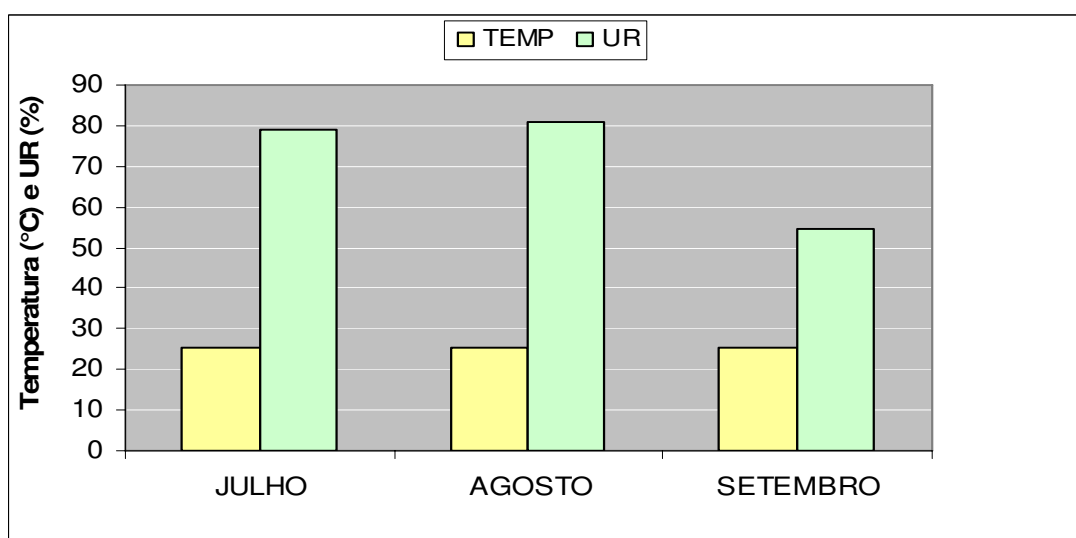


Figura 5. Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) média da Estação Experimental de Alagoinha, nos meses de julho, agosto e setembro de 2007

A concentração média dos gases nas instalações onde estavam alojados os bezerros das raças Sindi e Guzerá, está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Concentração média de O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá

Raças	Gases				
	O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S
Sindi	20,87	2,64	0,00	0,14	0,00
Guzerá	20,86	1,35	0,00	0,13	0,00
Média	20,86	1,99	0,00	0,13	0,00

Não houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação à presença dos gases no ambiente em que estavam confinados os animais em estudo. Esta situação se deu, provavelmente em virtude da limpeza das baias ter sido diária, evitando, assim, o acúmulo de dejetos, responsáveis pela formação desses gases. A ventilação natural era, em média, de  $2,9 \text{ m s}^{-1}$ , contribuindo com a renovação constante do ar.

De acordo com Gates et al. (2002) o monitoramento de emissões de gases em criação de animais confinados envolve dois fatores, como taxa de ventilação e concentração de poluentes, reforçando os resultados obtidos neste estudo.

As concentrações de O<sub>2</sub> para ambas as raças ficaram no patamar de 20,8%, situando-se dentro de situações de salubridade não evidenciando, portanto, situação de risco nos ambientes quanto à presença dos gases asfixiantes como o CH<sub>4</sub> (NR-15).

Os níveis de amônia no ambiente alcançaram valor médio de 1,9 ppm, bem abaixo do considerado alto de acordo com a NR-15 (1978), quando relacionada a animais confinados.

Não se detectou, no ambiente estudado, a presença do monóxido de carbono na instalação que, de acordo com a NR-15 (1978) considera valores de 20 ppm como valor máximo permitido para o ser humano no ambiente.

Na Tabela 6 se observam os valores médios de temperatura retal (°C) dos bezerros Sindi e Guzerá nos diferentes horários.

Tabela 6. Médias para temperatura retal (°C) em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários

Raças	Horários		
	7:00	13:00	17:00
Sindi	38,65aC	39,16aB	39,33aA
Guzerá	38,82aC	39,21aB	39,38aA
Média	38,73	39,18	39,35

<sup>1</sup>/Médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). <sup>2</sup>/ CV (%) = 0,60

Nas aferições realizadas (Tabela 6), tem-se observado que, com a Tr, não houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre as raças mas, sim, entre os horários observando-se que as raças apresentaram valores de Tr bastante próximos em todos os horários, dentro da

faixa considerada normal (37,5 a 39,3 °C) citada por Silva (2000) e similar aos valores médios (38,0 °C) encontrados em trabalho realizado com bovinos, por Ferreira et al. (2006).

No horário das 17 h, a média dos animais (39,3 °C) se encontra dentro dos valores citados por Du Preez (2000), que considera valores, para essa variável, normal entre 38 e 39,5 °C. Reforçando esta situação, os valores médios de ITU (73,4) e ITGU (74,0) foram considerados situação de conforto por Baêta (1985), mostrando que os bezerros se encontravam em condições de termoneutralidade.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre as raças, a diferença entre os horários coincide com o estudo realizado por Kabunga (1992), ao relatar que a temperatura retal obtida no período da manhã sofre efeito distinto das variáveis ambientais em relação aos obtidos no período da tarde, indicando haver um efeito retardado das variáveis climáticas sobre a temperatura retal, além de efeitos imediatos. Além disso, os valores das variáveis fisiológicas obtidos no período da manhã, têm sido inferiores àqueles obtidos no período da tarde, efeito este mais acentuado em altas temperaturas em raças mais sensíveis e de acordo com o nível de produção dos animais, mostrando estarem ambas as raças adaptadas às condições da região em estudo.

Durante o período experimental (Tabela 4), a temperatura média da manhã (25,1 °C) e da tarde (25,5 °C) foi considerada elevada quando comparadas com os valores encontrados por Bianca (1970), Hahn (1976) e Salem et al. (1982) adaptados por Silva (2000) que relatam valores de temperatura crítica inferior e superior entre 13 e 25 °C, respectivamente. Apesar desses valores citados terem ficado acima da zona de conforto relatada pelos autores, os bezerros Sindi e Guzerá não demonstraram sinal de desconforto para as condições da instalação.

De acordo com Arcaro Junior et al. (2005), 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.

As médias para frequência respiratória ( $\text{mov min}^{-1}$ ) em função da interação entre os genótipos dos bezerros, são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Médias para frequência respiratória (mov min<sup>-1</sup>) em função da interação entre os bezerros sindi e guzerá e horários

Raças	Horários		
	7:00	13:00	17:00
Sindi	23,10aC	27,0aA	24,46aB
Guzerá	22,78aC	25,10aA	24,17aB
Média	22,94	26,05	24,31

<sup>1</sup>/Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey (p<0,01). <sup>2</sup>/ CV (%) = 4,27

Não houve diferença significativa (p<0,01) entre as raças, observando-se diferença no horário (13 h) mais quente do dia, para a raça Sindi (27 mov min<sup>-1</sup>) em relação à raça Guzerá (25,1 mov min<sup>-1</sup>) dentro da faixa de valores encontrados por Stober (1993), valores entre 24 e 36 mov min<sup>-1</sup> e diferente dos valores mais amplos citados por Terra (1993), variações entre 12 e 36 mov min<sup>-1</sup>.

Os valores médios (entre 22,9; 24,3 e 26,0 °C) encontrados neste estudo para ambas as raças, ficaram dentro do intervalo citado por Rodriguez (1948) e Kelly & Bond (1971), entre 10 e 40 mov min<sup>-1</sup>. Verifica-se que a Fr não alcançou valores críticos, indicativo preliminar de boa resposta fisiológica para as condições térmicas da região. Correlacionando-se os índices de conforto (ITU de 73,4 e ITGU de 74,0) com a Fr, observa-se que não houve condição de estresse devido aos índices estarem dentro do considerado normal por alguns autores.

As médias dos dados observados da Tp dos bezerros em função do horário (7, 13 e 17 h) e das raças (Sindi e Guzerá) estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Médias para temperatura de pele (°C) em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários

Raças	Horários		
	7:00	13:00	17:00
Sindi	29,24aC	32,58aA	31,54aB
Guzerá	29,24aC	32,28aA	31,13aB
Média	29,24	32,43	31,33

<sup>1</sup>/Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey (p<0,01). <sup>2</sup>/ CV (%) = 1,26

Verificou-se Tp mais elevada no horário das 13 h, comportamento que se deve ao fato de, estando o animal em ambiente estressante pelo calor, seu organismo eleva a Tp, ocorrendo maior transferência de calor do corpo para o ambiente, tentando manter a temperatura corporal dentro da normalidade. Não houve diferença significativa (p<0,01) da

Tp em relação aos genótipos. Martello et al. (2004) encontrou valores entre 31,6 e 34,7°C e considerou que os animais não estavam sofrendo estresse pelo calor.

Koga et al. (1999) citam que nos horários mais quentes do dia ocorre uma vasodilatação periférica como resposta à elevação da temperatura ambiente com o consequente aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da pele.

As médias do gradiente entre temperatura retal e temperatura da pele (Tr – Tp) e do gradiente entre a temperatura da pele e a temperatura ambiente (Tp – Ta) estão na Tabela 7.

Vê-se que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos mas sim entre os horários. No horário das 17 h os bezerros Sindi e Guzerá apresentaram maior gradiente térmico entre as temperaturas de pele e temperatura ambiente (Tabela 9); já para a temperatura retal e temperatura de pele, apresentou-se um gradiente térmico maior, às 7 h, nas raças em estudo.

Tabela 9. Médias dos gradientes térmicos (Tp – Ta) e (Tr – Tp) em função da interação entre os bezerros Sindi e Guzerá e horários

Raças	(Tp – Ta)			(Tr – Tp)		
	7:00	13:00	17:00	7:00	13:00	17:00
Sindi	6,02aB	5,48aC	7,33aA	9,41aA	6,58aC	7,78aB
Guzerá	6,02aB	5,18aC	6,95aA	9,58aA	6,93aC	8,26aB
CV%	6,35			4,37		

Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Os bezerros Sindi e Guzerá foram considerados adaptados as condições do estudo, já que apresentaram maior gradiente térmico entre a temperatura de pele e do ambiente, como observado na Tabela 9, e frequência respiratória naquele horário (17 h) dentro da normalidade.

Apresentam-se na Tabela 10, as médias, os coeficientes de variação (CV%) e diferença mínima significativa dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio, expressos em horas dia<sup>-1</sup>, em função dos genótipos dos bezerros desmamados Sindi e Guzerá, observando-se que a análise estatística não revelou efeito para as variáveis em função dos genótipos ( $p < 0,05$ ).

Tabela 10. Médias (horas.dia<sup>-1</sup>), coeficientes de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio, em função dos genótipos dos bezerros no Agreste Paraibano

Variáveis	Sindi	Guzerá	CV%	DMS
Alimentação	5,40	5,04	8,88	0,49
Ruminação	8,40	8,04	7,28	0,64
Ócio	10,17	10,81	8,10	0,91

Não houve diferença entre os genótipos comparados ao tempo de alimentação, ruminação e ócio, cuja ausência pode estar relacionada às condições ambientais semelhantes da região nas quais os mesmos evoluíram, assim como na caracterização genética existente na formação dessas raças, após sofrerem seleção natural no Agreste Paraibano.

O tempo de ruminação dos bezerros Sindi e Guzerá (8,4 e 8,04 h dia<sup>-1</sup>) foi próximo aos encontrados por Martinez et al. (2004), entre 7,7 e 9,01 horas dia<sup>-1</sup> de vacas em lactação pastejando em capim elefante e suplementadas com diferentes níveis de polpa cítrica em substituição ao milho, Farinatti et al. (2004) trabalhando com bezerros sob pastagem natural encontraram valores inferiores aos registrados neste experimento, de 7,3 a 7,7 horas.dia<sup>-1</sup>.

O resultado da ruminação (8,4 e 8,04) durante o experimento está de acordo com os valores encontrados por Fraser (1980) e Van Soest (1994), para animais adultos que ocupam em torno de 8 horas por dia com variações entre 4 e 9 horas. Brustolin et al., (2000) verificaram, em bezerros, o tempo de 6,05 horas.

O tempo de ócio (10,17 e 10,81 h.dia<sup>-1</sup>) encontrado foi próximo de valores mencionados por Phillips & Rind (2001), com variações entre 10 e 12 h dia<sup>-1</sup>. Valores mais baixos foram encontrados por Santos et al. (2005) de 6,93 h dia<sup>-1</sup> para os animais no pasto de *Brachiaria brizantha* e 6,01 h dia<sup>-1</sup> para o pasto de *Brachiaria decumbens*. Camargo (1988) e Albright (1993) relatam que o tempo de ócio perfaz cerca de 10 horas, com variações entre 9 e 12 horas por dia (Fraser, 1980 e Orr et al., 2001; Phillips & Rind, 2001).

A Tabela 11 apresenta as médias das atividades fisiológicas do número de vezes em que o animal urinava, defecava e consumia água, em função dos genótipos dos bezerros Sindi e Guzerá e da estratégia de alimentação à base de capim elefante para o agreste paraibano.

Tabela 11. Médias e coeficientes de variação (CV) das variáveis fisiológicas, urina, fezes e procura por água expressos em número de vezes por dia em função dos genótipos de bezerros Sindi e Guzerá e da estratégia de alimentação à base de capim elefante no Agreste Paraibano

Atividades (n°)	Sindi	Guzerá	CV (%)
Urina	3,34	3,87	34,52
Fezes	3,48	3,05	16,47
Água	1,19	1,99	55,48

Não houve efeito ( $p < 0,05$ ) das atividades de defecação, urina e procura por água em função das raças e da estratégia de alimentação.



Como os bezerros Sindi são animais de pequeno porte e compactos, a característica fenotípica pode explicar a redução na frequência, para o consumo de água.

Segundo Silva et al. (2006) pelagens mais claras têm maior capacidade de dissipar calor por radiação, explicando a maior procura dos bezerros Guzerá pela água.

Os bezerros Sindi, pelo seu menor porte, deveriam apresentar menor tempo desprendido com a defecção mas não foi o que ocorreu neste estudo. Os bezerros Sindi, apesar de menor que os bezerros Guzerá, apresentaram maior tempo desprendido para defecção.

As médias referentes aos consumos expressos em quilograma por dia ( $\text{kg dia}^{-1}$ ); porcentagem de peso vivo (%PV) e por unidade de tamanho metabólico ( $\text{g kg}^{-0,75}$ ), para os bezerros Sindi e Guzerá, estão apresentadas na Tabela 12.

Os consumos de MS, MM, FDN, FDA e água, não diferiram entre os genótipos ( $p < 0,01$ ) independentemente da forma expressa. Esses resultados entre os genótipos podem estar atribuídos à semelhança genética, apesar de suas características fenotípicas serem diferentes, pouco diferenciadas pela pressão da seleção natural para respostas fisiológicas semelhantes.

Tabela 12. 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 (FDA), extrato etéreo (EE) e água (CÁgua) em função dos genótipos dos bezerros sindi e guzerá e da estratégia única de alimentação à base de capim elefante no Agreste Paraibano

Variáveis	Sindi	Guzerá	CV (%)
CMS ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	5,77	6,33	10,06
CMS (%PV)	2,97	2,84	9,11
CMM ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	0,37	0,40	11,00
CPB ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	0,64a	0,71b	8,33
CFDN ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	3,16	3,42	12,66
CFDA ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	2,15	2,28	12,72
CEE ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	0,20	0,21	8,47
CEE (%PV)	0,10a	0,09b	6,94
CEE ( $\text{g.Kg}^{-0,75}$ )	0,76a	0,69b	6,88
CÁgua ( $\text{Kg.dia}^{-1}$ )	7,58	8,01	18,45

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

A média do consumo de MS ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) observada (5,77 e 6,33 kg) corrobora com o consumo obtido por Townsend (1991), de 5,81 kg, porém em novilhos de 22 meses recebendo 28,3% de concentrado na dieta à base de cana-de-açúcar.

Houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os bezerros da raça Sindi e Guzerá para a PB ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) e EE (%PV e  $\text{g kg}^{-0,75}$ ); os bezerros da raça Guzerá tiveram maior consumo de PB ( $\text{kg dia}^{-1}$ ).

Os bezerros Guzerá apresentaram um consumo maior ( $6,33 \text{ kg dia}^{-1}$ ) que os bezerros da raça Sindi ( $5,77 \text{ kg.dia}^{-1}$ ), situação que pode ter ocorrido em função da maior estatura física do primeiro; conseqüentemente, o Guzerá apresenta rúmen com maior capacidade de ingestão de alimentos, implicando no seu maior consumo.

Os animais Sindi e Guzerá apresentaram valores de CMS (%PV) de 2,97 e 2,84, respectivamente, próximos dos valores encontrados por Lopes et al. (2004) que relataram consumos totais de MS variando de 2,26 a 3,83% PV.

As concentrações de PB, FDN e a FDA (% da MS) observadas na dieta, estão abaixo das faixas de variação relatadas por Lopes et al. (2004), trabalhando com dietas à base de capim elefante, respectivamente, de 6,1 a 18,2%; de 63,5 a 81,4% e de 32,7 a 47,6%; esses valores podem ser considerados representativos para forrageiras de clima tropical.

Os bezerros Guzerá não apresentaram diferença significativa para o consumo de água, mas apresentaram maior consumo em relação aos bezerros Sindi. De acordo com Souza et al. (2006), na porcentagem dos registros com gastos na ingestão de água (1,25) e caminhada (1,35), os animais do estudo estavam confinados.

Na Tabela 13 estão representados as médias do peso médio inicial (PMI) e final (PMF), ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso metabólico (GPM) em função dos genótipos de bezerros Sindi e Guzerá, não tendo sido observado nenhuma diferença significativa alguma ( $p < 0,01$ ), para nenhuma das variáveis, em função dos genótipos dos bezerros Sindi e Guzerá.

Tabela 13. Peso Inicial (PI), final (PF) e ganho de peso médio diário (GMD), ganho de peso metabólico (GPM) e ganho de peso total (GPT) dos bezerros Sindi e Guzerá

Variáveis	Sindi	Guzerá	CV%
PI (kg)	179,0	209,0	13,02
PF (kg)	210,5	241,5	10,60
GMD ( $\text{kg.dia}^{-1}$ )	0,436	0,440	14,74
GPM ( $\text{PV}^{0,75}$ )	22,26	21,28	9,10
GPT (kg)	26,16	26,40	14,43

A média de ganho de peso observada ( $0,438 \text{ kg cabeça}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), foi próxima da planejada ( $0,500 \text{ kg dia}^{-1}$ ) de acordo com a NRC (1996) para este experimento.

O consumo de nutrientes está diretamente relacionado com o valor nutritivo dos alimentos e da dieta; este fato pode ter implicado diretamente sobre o consumo dos bezerros Sindi e Guzerá, haja vista que o teor de FDN presente na dieta desses animais, era

alto (57,64%), ou seja, dieta de baixa qualidade afetando a ingestão de nutrientes desses animais e impedindo de consumir mais nutrientes.

## Conclusões

Nas condições em se realizou o experimento, conclui-se que:

As raças apresentam boa adaptabilidade às condições climáticas da região do Agreste Paraibano.

As duas raças demonstram habilidade de dissipar calor corporal armazenado.

As Fr e Tp, apesar de terem sido mais elevadas no horário mais quente do dia e a Tr no final da tarde, se mantiveram dentro da normalidade para as raças em estudo.

Os índices de conforto estiveram dentro da normalidade na maior parte do período experimental demonstrando que os animais não estiveram em condições ambientais estressantes.

A quantidade de gases produzido na instalação utilizada no estudo, não foi significativa, graças à ventilação natural do ambiente e limpeza diária das instalações.

Os bezerros Sindi e Guzerá não apresentaram diferença nos parâmetros comportamentais.

A estratégia alimentar oferecida aos animais influenciou de forma positiva, nos tempos de alimentação, ruminação, ócio e o consumo dos nutrientes.

## Referências Bibliográficas

- Albright, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- Amaral, M. F. P. do. Avaliação de sistema para monitoramento de gás amônia em galpões avícolas com ventilação negativa. Viçosa: UFV, MG. 2007. 62p. Dissertação Mestrado.
- Anderson, B. E. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: Dukes, H. H. *Fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. cap.45, p.623-630.
- Arcaro Júnior, I.; Arcaro, J. R. P.; Pozzi, C. R.; Fava, C. D.; Fagundes, H.; Matarazzo, S. V.; Oliveira, J. E. de. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, 2005.
- Arnold, G. W. Ingestive behavior. In: Fraser, A.F. (Ed.) *Ethology of farm animals*. Amstredam: Elsevier, 1985. 186p.
- 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. *J. Anim. Sci.*, v. 11, n. 1, p. 50-60, 1962.
- Baccari Jr, 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, 1995. p.15-16.
- Baêta, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperture, 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: UFV, 1997.
- Brustolin, K. D.; Quadros, F. L. F.; Viégas, J.; Gabbi, A. M.; Carlotto, S. B.; Fontouras, P. G.; Ziech, M. F.; Piucos, M. A.; Menin, M. N.; Morais, R. S. Comportamento ingestivo de bezerros em pastagens de aveia e azevém ou suplementados com e sem promotor de crescimento. In: *XLI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Anais... Viçosa, MG, 2000.
- Camargo, A. C. Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo “free stall”, no Brasil Central. 1988. p. 146. - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Dissertação Mestrado.
- Carlile, F. S. Ammonia in poultry houses: a literature review. *Worlds Poultry Science Journal* 1984; 40: p. 99-113.

- Carvalho, F. A.; Lammoglia, M. A.; Simões, M. J.; 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.
- Curtis, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.
- Dado, R. G.; Allen, M. S. Intake limitation, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. , *Champaign*, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.
- Farinatti, L. H.; Poli, C. H. A. C.; Monks, P. L.; Fisher, V. Cella Júnior, A.; Varela, M. Gabana, G.; Sonogo, E.; Campos, F. S. Comportamento ingestivo de vacas holandesas em sistemas de produção de leite a pasto na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: XLI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Campo Grande, MS, 2004. CD ROM.
- Ferreira, F.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Coelho, S. G.; Carvalho, A. U.; Ferreira, P. M.; Facury Filho, E. J.; Campos, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.
- Fisher, V.; Dutilleul, P.; Deswysen, A. G. Aplicação de Probabilidades de Transição de Estado Dependentes do Tempo de Análise Quantitativa do Comportamento Ingestivo de Ovinos. Parte II. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, v.29, n.6, 2000.
- Fraser, A. F. Comportamiento de los animales de la granja. Zaragoza: Acribia, 1980. 291 p.
- Gates, R. S.; Xin, H.; Wheeler, E. Ammonia Losses, evaluations and solutions for poultry-systems. National Poultry Waste Management Symposium, Birmingham AL 28-30. October 2002, Pennsylvania State University, University Park, PA 6802, 2002.
- Gomes, C. A. V. Efeito do Ambiente Térmico e de Níveis de Suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos moxotó. UFPB, 2006. 81 p. Dissertação Mestrado.
- Kabungu, J. D. The influence of thermal conditions on rectal temperature, respiration rate and pulse rate of lactating holstein-frisian cows in the humid tropics. *Int. J. Biometereol.*, Berlin, v.36, p.146-150, 1992.
- Kelly, C. F.; Bond, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: National Academy of Sciences: a guide to environmental research on animals. Washington, 1971.
- Koga, A.; Kurata, K.; Furukawa, R.; Nakajima, M.; kanal, Y. & chikamune, T. Thermoregulatory responses of swamp buffaloes and friesland cows to diurnal changes in temperature. Institute of Agriculture and forestry. University of tsukuba-shi, ibaraki, Japan.p.1273-1276. 1999.

- Lopes, F. C. F.; Aroeira, L. J. M.; Rodriguez, N. M.; Deresz, F.; Sampaio, I. B. M.; Paciullo, D. S. C.; Vittori, A. Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim elefante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n. 3, p. 355-362, 2004.
- Macari, M., Furlan, R. L. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Editado por Iran José Oliveira da Silva – Piracicaba – SP: 2001. 31-87p.
- McDowell, R. E. *Bases biológicas de la producción animal in zonas tropicales*. São Paulo: Ícone, 1989.
- Machado Filho, L. C. P., & Hotzel, M. J. *Etologia Aplicada*. In: *As Distintas Faces do Comportamento Animal*. Del – Claro, K. & Prezoto, F. Editora e Livraria Conceito. Jundiaí, SP. p.246-253. 2003.
- Martello, L. S.; Savastano Jr., H.; Luz e Silva, S. da; Titto, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*; v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- Martinez, J. C.; Santos, F. A. P.; Voltolini, T. V. Substituição parcial do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas holandesas no terço médio de lactação, pastejando capim elefante. 2. Comportamento ingestivo, frequência respiratória e temperatura retal “1”. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 41., 2004, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROM.
- McFarland, D. *Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution*, 3. ed. [S.I]: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.
- Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de julho de 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR-15): atividades e operações insalubres. Brasília, 1978.  
<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislação/normas/conteudo/nr15>. 16 Jan. 2008.
- Nããs, I. A. *Princípios de Conforto Térmico na Produção Animal*. São Paulo: Ed. Ícone, 1989.183 p.
- National Research Council. NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*, Washington, D.C. 1996. 242p.
- Orr, R. J. S. ; Rutter, S. M. ; Penning, P. D. ; Rook, A. J. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass and Forage Science*, v.56, n.35, p. 352-361, 2001.
- Penz Jr, A. M. Importância da água na produção de frangos de corte. 2003. In: *IV Simpósio Brasil sul de avicultura*. Anais...2003, Chapecó/SC. <http://www.avisite.com.br/>. 30 mai. 2005.

- Phillips, C. J. & Rind, M. I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. *Journal of Dairy Science*, v.85, n.1, p.51-59, 2001.
- Rodriguez, T. *Patologia general y exploración clinica de los animals domésticos*. 3ed. Barcelona: Labor, 1948. 325p.
- Sampaio, C. A. de P.; Naas, I. de A.; Nader, A. Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicações das normas NR-15 CIGR e ACGIH. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.10-18, jan/abr. 2005.
- Santos, E. M.; Zanine, A. M.; Parente, H. E.; Ferreira, D. F.; Almeida, J. C. C.; Lacerda, J. C.; Macedo Júnior, G. L. Habito de pastejo de bezerras (holandês x zebu) sob pastejo em Brachiarias, no cerrado goiano. In: 42º Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia, ZOOTEC. Anais... Campo Grande, MS, 2005. CD ROM.
- Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants: a review. *Livestock Prod. Sci.*, v.67, p. 1 – 18, 2000.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa/MG: UFV, 2002, 235 p.
- Silva, E. M. N. de.; Souza, B. B.; Silva, G. de A.; Cezar, M. F.; Souza, W. H. de; Benício, T. M. A.; Freitas, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.30, n.3, p.516-521, 2006.
- 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.
- Silva, R. R.; A. F. Magalhães, G. G. P. Carvalho, F. F. Silva, I. L. Franco, P. V. Nascimento, P. Bonomo. P. 2004. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *Brachiaria decumbens*. Aspectos metodológicos. *Revista Eletrônica de Veterinária*. 5:1-6.
- Silva, R. R.; Silva, G. G. P.; Carvalho, I. L.; Santana Junior, H. A. de; Silva, F. F. da; Dias, D. L. S. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.54, p.75-85, 2005.
- Silva, R. G. *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- Souza, E. D.; Souza, B. B.; Souza, W. H. De ; Cezar, M. F. ; Santos, J. R. S. Dos ; Tavares, G. de P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. *Ciências Agrotécnica.*, Lavras, v.29, n.1, p.177-184. 2005.



- Souza, S. R. M. B. O., Ítavo, L. C. V., Rímoli, J., Ítavo, C. C. B. F. e Dias, A. M. Comportamento ingestivo diurno e de bovinos em confinamento e em pastagens. *Archivos de zootecnia* vol. 56, núm. 213, p. 69, 2006.
- Stober, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral. In: Dirksen, G.; Grunder, H. D.; Stober, M. *Exame clínico dos bovinos*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. cap.2, p.44-80.
- Terra, R. L. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: Smith, B. P. *Tratado de medicina interna dos grandes animais*. São Paulo: Manole, 1993. v.1, cap.1, p.3-15.
- Townsend, M. R. Desempenho em confinamento de diferentes categorias animais e características de carcaça e da carne de novilhos e vacas. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1991.
- 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*. n.66. Petrolina, PE (Brasil). 2004. 30 p.
- Van Soest, P. J; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. Methods for fiber, neutral detergent fiber, and monstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- Van Soest, P. J. *Nutritiond ecology of the ruminant*. 2ª ed. Ilhaca Cornell University Press, 1994, 476p.
- Wathes, C. M. Strive for clean air in your poultry house. *World Poultry*, v.15, n.3, 1999. p. 17-19.