

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CRISTIANE GONÇALVES TITTO

Comportamento de touros da raça Simental à pasto com  
recurso de sombra e tolerância ao calor

Pirassununga – SP - Brasil  
2006

CRISTIANE GONÇALVES TITTO

Comportamento de touros da raça Simental à pasto com  
recurso de sombra e tolerância ao calor

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Zootecnia e  
Engenharia de Alimentos da  
Universidade de São Paulo, como  
parte dos requisitos para a  
obtenção do Título de Mestre em  
Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e  
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Evaldo Antonio  
Lencioni Titto

Pirassununga – SP - Brasil  
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

T622c	<p>Titto, Cristiane Gonçalves</p> <p>Comportamento de touros da raça Simental à pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor / Cristiane Gonçalves Titto – Pirassununga, 2006.</p> <p>54 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.</p> <p>Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto.</p> <p>Unitermos: 1. Bovinos de corte 2. Recursos de sombreamento 3. Pasto 4. Tolerância ao calor 5. Comportamento. I. Título.</p>
-------	---

Aos meus pais, Edna e Graciano, pelo incentivo ao estudo e apoio nas minhas decisões ao longo da vida.

À minha irmã Marina, que mesmo longe é sempre uma fonte de inspiração e orgulho.

Ao Rafael, pelo apoio incondicional, hoje e sempre, companheiro para a vida eterna.

Aos meus melhores amigos, Tequila, Gracie, Mel, Maga e Cuba, que nos momentos mais duros trazem a alegria ao meu coração.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto, acima de tudo um amigo, pelo incentivo de voltar a estudar e pelas horas despendidas no trabalho e na vida.

Às amigas Camila, Thays, Eliane, Lilian e Márcia, pela disponibilidade em passar algumas horas na rede olhando os touros e a linda paisagem da nossa torre de observação.

Ao Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão e ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima, pelas idéias e análise estatística do projeto, agradeço.

À todos os funcionários que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização do experimento.

À Prefeitura do Campus da USP em Pirassununga e ao VNP/FMVZ através do Prof. Dr. Rubens Paes de Arruda por ceder os animais para o projeto.

## RESUMO

TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental à pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor.** 2006. 54f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de pastejo de bovinos de corte com e sem acesso a recursos de sombreamento e determinar o Índice de Tolerância ao Calor Individual (ITCI) e uma possível relação com o uso da sombra. Foram utilizados 8 touros da raça Simental, com 80 meses. As observações de comportamento ocorreram do nascer ao pôr do sol, a cada 15 minutos, pelo método focal. Os comportamentos observados foram: Posição (ao sol, à sombra natural, à sombra artificial); Postura (em pé, deitado) e Atividade (em pastejo, em ruminação, em deslocamento, em ócio), em três tratamentos: Sombra Natural (SN), Sombra Artificial (SA) e sem sombra (SS). Numa segunda fase os animais foram submetidos ao Teste de Tolerância ao Calor e foi determinado o ITCI. O índice de globo negro e umidade médio foi de 88,5. Houve diferença estatística entre os três tratamentos ( $P < 0,01$ ) para todas as atividades analisadas. O uso da sombra foi maior no SA em relação ao SN (43% e 32%) iniciando mais cedo e deixando-a mais tarde (10h00 e 16h00 no SA, 10h30 e 15h00 no SN). Os animais permaneceram mais tempo em pé no SS, seguido pelo SN e pelo SA (86,5%, 80,6%, 73,7%). No tratamento SN os animais pastejaram 65,4% do tempo total de observação, ruminaram 18,3%, permaneceram em ócio 15,9% e a atividade de deslocamento tomou 0,5% do tempo. No tratamento SA, as atividades foram divididas em 54,7% para o pastejo, 22,9% para ruminação, 21,2% para ócio e 1,2% para deslocamento. No tratamento SS, o pastejo ocorreu em 50,3% do tempo, 6,2% do tempo foi gasto com ruminação, 41,7% em ócio e 1,7% com deslocamento. Verificou-se a interferência da disponibilidade de sombra e do tipo de sombra na distribuição das atividades ao longo do dia. Os animais que tiveram acesso à sombra natural sem restrição de espaço e com ótima ventilação devido às altas copas das árvores gastaram menos tempo em ruminação e ócio e mais tempo com o pastejo. O índice de tolerância ao calor médio foi de 9,33, com máximo de 9,57 e mínimo de 9,03. A relação entre o ITCI e a busca pela sombra teve média-alta correlação (0,62) mas sem ser considerada significativa devido ao baixo número de repetições.

Palavras-chave: bovinos de corte, comportamento, pasto, recursos de sombreamento, tolerância ao calor

## ABSTRACT

TITTO, C.G. **Behavior of Simental bulls under grazing with shade resources and heat tolerance.** 2006. 54f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

The objective of this study was to analyse the grazing behavior of beef cattle with and without shade and to determine the Individual Heat Tolerance Index (ITCI) and a possible relationship with the utilization of shade. The behavioral patterns of eight Simental bulls were observed during the day light, every 15 minutes, using a focal sampling method. The categories observed were the position (in the sun or under the shade), the posture (standing up or lying down) and the activities (grazing, ruminating, moving or resting). In three different treatments: natural shade (SN), artificial shade (SA) and no shade (SS). In a second stage the animals were submitted to the Heat Tolerance Test and the ITCI was calculated. The mean of black globe and humidity index was 88,5. There was statistic difference between the three treatments ( $P < 0,01$ ) for all the analyzed activities. The shade was more used in SA than in SN (43% e 32%), getting in there earlier and leaving it later (10h00 and 16h00 in SA, 10h30 and 15h00 in SN). The animals stayed more standing up in SS, followed by SN and SA (86,5%, 80,6%, 73,7%). In the SN treatment the animals grazed 65,4% of the total time of observation, ruminated 18,3%, rested 15,9% and moved 0,5%. In the SA treatment the animals grazed 54,7% of the total time of observation, ruminated 22,9%, rested 21,2% and moved 1,2%. In the SS treatment the animals grazed 50,3% of the total time of observation, ruminated 6,2%, rested 41,7% and moved 1,7%. There was interference of the availability of shade and kind of shade in the diary activities. The mean of the ITCI was 9,33, with maximum of 9,57 and minimum of 9,03. The relationship between ITCI and seek for shade had high correlation (0,62) but no statistic evidence because of the small repetition.

Keywords: beef cattle, behavior, heat tolerance, pasture, shade resources.

# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Revisão de Literatura.....</b>	<b>4</b>
2.1 Bem-estar.....	4
2.2 Conforto térmico de bovinos .....	5
2.3 Índice de globo negro e umidade (ITGU).....	5
2.4 Estresse térmico .....	7
2.5 Comportamento de pastejo.....	8
2.6 Manejo ambiental.....	11
2.6.1 Sombreamento natural ou artificial.....	12
2.6.2 Desempenho e disponibilidade de sombra .....	13
2.6.3 Comportamento e disponibilidade de sombra .....	15
2.7 Teste de Tolerância ao Calor.....	16
<b>3. Material e Métodos .....</b>	<b>19</b>
3.1 Local.....	19
3.2 Animais testados.....	19
3.3 Dados ambientais .....	20
3.4 Coleta de dados .....	21
3.4.1 Fase 1 - Comportamento .....	21
3.4.2 Fase 2 - Teste de Tolerância ao Calor.....	22
3.5 Análise estatística .....	24
<b>4. Resultados e Discussão .....</b>	<b>25</b>
4.1 Comportamento .....	25
4.1.1 Variáveis climáticas.....	25
4.1.2 Análise de comportamento.....	29
4.2 Teste de Tolerância ao calor.....	44
4.2.1 Variáveis climáticas.....	44
4.2.2 Índices de tolerância ao calor.....	45
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>48</b>
<b>6. Implicações.....</b>	<b>49</b>
<b>7. Referências .....</b>	<b>50</b>



## 1. Introdução

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

Uma forma 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 de corte a pasto com o intuito de adequar técnicas de manejo é necessária para que a produtividade seja alcançada e a necessidade dos animais também.

O estresse calórico é um dos principais fatores de perdas na produção e desenvolvimento animal, pois a ausência de conforto térmico exige que o animal procure formas de perder calor como através do aumento da frequência respiratória e da sudação. Esta primeira provoca uma perda grande de energia e uma diminuição no consumo de alimentos e a consequência é a perda de desempenho. A maioria dos estudos com esse enfoque é realizada com animais em sistemas intensivos. Por este motivo, existe pouca discussão na literatura sobre o uso de recursos que promovam o bem-estar de animais criados a pasto. Uma constatação é

a ausência de árvores nas pastagens na maior parte do Brasil, ou, quando existem, muitas vezes estão em quantidade insuficiente para todos os animais.

Em ambiente como pasto a radiação solar direta é a maior fonte de calor adquirido pelos animais, e o sombreamento passa a ser a forma principal de evitar a incidência direta da radiação e o recurso de melhor retorno econômico para o produtor, com conseqüências sobre o desempenho cada vez mais evidenciadas pelas pesquisas.

Nesse contexto, outro ponto a ser levado em conta é a diferença individual dentro de raça e espécie, que constitui uma fonte de variação importante na análise das respostas dos animais ao ambiente térmico. A possibilidade do uso de uma ferramenta como o Teste de Tolerância ao Calor para determinar a variação individual da tolerância térmica é imprescindível para um melhor entendimento do comportamento dos bovinos de corte à pasto.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar a diferença no comportamento de bovinos da raça Simental a pasto com acesso a sombra natural, artificial e sem sombreamento e a tolerância ao calor da raça e verificar a existência de uma relação entre o Índice de Tolerância ao Calor Individual e a busca pelo recurso de conforto térmico.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Bem-estar

O bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (BROOM, 1986). Esta definição refere-se a uma característica do indivíduo em um dado momento.

Para que o bem-estar possa ser comparado em situações diversas ou avaliado em uma situação específica, deve ser medido de forma objetiva.

Os animais têm vários sistemas funcionais, os quais controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais e outros (GUYTON; HALL, 2002; BROOM; MOLENTO, 2004). Em conjunto, estes 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 variação tolerável.

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

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. Dentro desse novo contexto, se faz necessário que os estabelecimentos de produção adotem certas mudanças administrativas relativamente simples, porém que trazem implícitos um maior conhecimento e respeito pela biologia dos animais (COSTA e SILVA; RUSSI, 2005).

## 2.2 Conforto térmico de bovinos

O clima quente desafia a produção animal, mas a tecnologia existe para atenuar os efeitos negativos do estresse. Se realizarmos as escolhas estratégicas certas, o que significa procurar 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 teremos uma condição de conforto térmico para os animais.

Os bovinos são animais homeotermos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante. Dentro de uma 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).

## 2.3 Índice de globo negro e umidade (ITGU)

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; BACCARI JR., 2001).

Em climas quentes, os principais fatores estressantes que impõem esforço ao animal são: temperatura ambiental, radiação solar (direta e indireta), velocidade do ar e umidade do ar (FINCH, 1984). Os índices de conforto térmico variam de simples medidas da temperatura do ar a índices que pretendem fornecer “pesos” a esses fatores. De acordo com Aguiar (1999), até bem 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 uma melhor avaliação da temperatura ambiente efetiva (TAE) e

seus efeitos sobre o conforto e o desempenho dos animais (BACCARI JR., 2001).

Os índices de conforto térmico, segundo Moura e Nääs (1993), são altamente interessantes para o produtor, já que conseguem quantificar e reduzir a um único valor, o efeito do estresse térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevaletentes em um dado momento. Usados como indicadores do estresse que afeta consumo de alimentos, produção de leite, frequências respiratória e cardíaca e temperatura retal, os índices de conforto térmico caracterizam melhor as interações com o ambiente, pois na prática os animais são expostos a quantidades variáveis de energia radiante, direta e indireta.

A combinação do termômetro de globo negro com a temperatura de bulbo úmido fornece o índice de temperatura de globo negro e umidade, que é adimensional e cuja fórmula é:

$$ITGU = T_{GN} + 0,36T_{PO} + 41,5, \text{ onde...}$$

$T_{GN}$  = Temperatura de Globo Negro

$T_{PO}$  = Temperatura do ponto de orvalho

Este índice, desenvolvido por Buffington et al. (1981), provavelmente oferece um dos melhores índices para representar o estresse térmico em áreas abertas, sob radiação térmica direta (global) e indireta (difusa) (AGUIAR, 1999; BACCARI JR., 2001). 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 (KELLY; BOND, 1971).

Buffington *et al.* (1981) afirmam que o ITGU é mais preciso para predizer 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 Aguiar (1999) e Baccari Jr. (2001), esse índice é considerado como 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 esse índice representa (SILANIKOVE, 2000).

## 2.4 Estresse térmico

Os bovinos são animais capazes de manter a estabilidade fisiológica do seu corpo. Esta capacidade refere-se aos mecanismos de auto-regulação 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 refere-se 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).

Quando a temperatura ambiente alcança as chamadas temperaturas crítica inferior e superior, quando se faz necessário o uso de mecanismos físicos e químicos de termorregulação, dizemos que o animal está passando por estresse por frio ou estresse por calor, mais conhecido por estresse térmico (SILVA, 2000).

O estresse térmico faz com que o centro de resfriamento do hipotálamo estimule o centro medial de saciedade que inibe o centro lateral de apetite, resultando em diminuição da ingestão alimentar e conseqüentemente, menor produção de leite (ALBRIGHT; ALLISTON, 1972) e, em longo prazo, menor ganho de peso. As respostas gerais ao estresse em mamíferos incluem aumento de taxas respiratórias, ofego, salivação, taxas cardíacas reduzidas e sudação profusa (YOUSEF, 1985), diminuição do consumo alimentar e na produção de leite (ALBRIGHT; ALLISTON, 1972).

Paranhos da costa (2000) atenta para o fato de que os bovinos invariavelmente enfrentam situações que causam desconforto, como por exemplo, temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa. Tais situações podem levar os animais ao estresse, com sérias conseqüências sobre a fisiologia e os processos produtivos (TITTO, 1998). O clima quente tem impacto negativo no desempenho animal e no seu bem-estar. Reduções no consumo de alimentos, crescimento e eficiência são comumente citados em bovinos com estresse calórico (HAHN, 1999).

Apesar da grande capacidade dos mamíferos em manter sua temperatura estável, há situações onde a perda de calor não ocorre de maneira satisfatória, ocasionando a ação de outros mecanismos para que a dissipação desse calor

aconteça. Isso pode ocorrer caso as condições do ambiente não forneçam alternativas eficientes para trocas térmicas, exigindo um esforço cada vez maior por parte do animal. O aumento excessivo da temperatura corporal devido às condições ambientais adversas, como no caso de climas tropicais e subtropicais, pode ocasionar um aumento da frequência respiratória que, por consequência, libera mais calor nos tecidos, elevando a temperatura interna (TITTO, 1998).

O estresse por calor é um dos principais limitantes na produção de bovídeos nos trópicos, por causa das mudanças drásticas que ocorrem nas funções biológicas do animal. Apetite, ingestão, eficiência alimentar e utilização do alimento são prejudicados (BIANCA, 1973; MARAI; HABEEB, 1998). Ao mesmo tempo, ocorre aumento das temperaturas retal, da pele e dos pêlos, da sudorese e das frequências respiratória e cardíaca, redução das perdas de água nas fezes e na urina, disfunções no metabolismo de proteína, energia e minerais, assim como distúrbios em reações enzimáticas e secreção de hormônios. O resultado final de todas essas mudanças será a limitação de crescimento, de produção de leite e de reprodução (ALBRIGHT; ALLISTON, 1972; BIANCA, 1973; BACCARI et al., 1984, 1998; FINCH, 1984; YOUSEF, 1985; IGONO et al., 1992; JACOBSEN, 1996; MARAI; HABEEB, 1998; SILANIKOVE, 1992, 2000), que certamente gerarão problemas de ordem econômica ao produtor desses animais.

Portanto pode-se admitir que, na tentativa de evitar ou minimizar a ação de efeitos deletérios provenientes do clima, os animais promovam ajustes comportamentais de termorregulação, pois, tanto o calor produzido quanto o calor dissipado, são diretamente vinculados às atividades realizadas por eles (HAFEZ, 1973).

## **2.5 Comportamento de pastejo**

Comportamento animal é definido como um padrão de ações observadas em animais que acontecem tanto voluntária quanto involuntariamente (TAYLOR; FIELD, 1998). O conhecimento mais aprofundado do comportamento de bovinos de corte pode facilitar o manejo diário e econômico. Ele é vital para a produção global do bovino de corte e é necessário para a redução do estresse.

O sistema de criação de bovinos a pasto é caracterizado por uma série de fatores e suas interações podem afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo o seu desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da propriedade (PARDO et al., 2003).

Segundo Fraser e Broom (1997), o ato de buscar alimento envolve uma série de comportamentos e estímulos, e refere-se às atividades dos animais quando estão se movendo de tal maneira a encontrar ou adquirir o alimento (no caso, plantas forrageiras).

Segundo Poppi et. al. (1987), além dos fatores nutricionais, os fatores não-nutricionais são importantes determinantes na ingestão, modificando a atividade de pastejo. Estes fatores são influenciados essencialmente pela estrutura do pasto e pelo comportamento dos animais.

Os bovinos são animais gregários (PARANHOS DA COSTA, 2000), ou seja, vivem em grupo, e embora a vida em grupo traga uma série de vantagens adaptativas (como a defesa contra predadores) ela também traz o aumento na competição por recursos, principalmente quando escassos. Como exemplo, quando um animal se alimenta, outro pode ser estimulado, estando com fome ou não (CURTIS; HOUPPT, 1983).

Além dos fatores acima mencionados, fatores influenciados pelas condições climáticas e ambientais podem afetar e alterar os hábitos de pastejo dos bovinos. Os atos espontâneos em ambientes quentes dependem, de certo modo, do estado de equilíbrio térmico do animal em dado momento (LEE, 1954).

Hafez (1973) afirma que os bovinos pastejam de 4 a 5 períodos a cada 24 horas, de acordo com a localidade geográfica. Os maiores períodos ocorrem durante o amanhecer, no meio da manhã, no começo da tarde e próximo do pôr-do-sol, sendo que os períodos onde o pastejo ocorre de maneira mais contínua são no começo da manhã e final da tarde (HAFEZ, 1973; FRASER; BROOM, 1997). Hafez (1973) acrescenta que, em bovinos de corte a atividade mais intensa de pastejo ocorre das 4h00 às 8h00 e das 16h00 às 20h00, com atividade moderada das 10h00 às 12h00. O pastejo no período noturno é mais freqüente no verão, quando os bovinos preferem pastear e beber água nos horários em que as temperaturas são mais amenas (HAFEZ, 1973; BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994). Durante o período mais quente do dia os animais preferem ruminar ou permanecer em ócio.



Fraser e Broom (1997) ressaltam que os bovinos evitam a alimentação durante as horas mais quentes do dia, pois procuram sombra neste horário.

Os períodos de pastejo são alternados com períodos de exploração, ócio e ruminação, e em geral todos os membros ocupam-se com a mesma atividade ao mesmo tempo, se pastejando, em ócio ou ruminando, sendo que esta última atividade é realizada, na maioria das vezes, enquanto os animais estão deitados ou em decúbito esternal de 65 a 80% do tempo total de ruminação. O período que permanecem deitados totaliza de 9 a 12 horas, durante as 24 horas do dia, podendo variar em regiões tropicais (HAFEZ, 1973; FRASER; BROOM, 1997). Tais afirmações estão em consenso com Hodgson (1990), que diz que a maioria dos membros de um grupo de animais normalmente pastejam ao mesmo tempo, e que em muitas circunstâncias o grupo ou rebanho tende a seguir o mesmo padrão de comportamento, existindo uma variação maior entre os indivíduos na atividade de ruminação. Diariamente, a atividade de pastejo ocupa no total de 6 a 12 horas, dependendo das condições do pasto, e é dividida em 3 a 5 períodos, sendo que as mais longas e intensas ocorrem ao amanhecer e antes do anoitecer, sendo que usualmente um período de ruminação ocorre logo após cada período de pastejo (HODGSON, 1990; FRASER; BROOM, 1997), entretanto, a maior parte da ruminação ocorre à noite, e totaliza de 6 a 8 horas diariamente.

Fraser e Broom (1997) e Silanikove (2000) acrescentam que hábitos diurnos de alimentação são característicos do comportamento de pastejo de bovinos, sendo que sua distribuição está correlacionada com a proporção de horas de luz e escuridão, tendo o pastejo maior prevalência durante as horas de luz; entretanto, a proporção de pastejo diurno e noturno é afetada pelo clima quente, onde a atividade de pastejo ocorre com maior frequência à noite.

Segundo Paranhos da Costa e Cromberg (1997), a água é um dos mais importantes nutrientes, particularmente para animais mantidos em climas quentes, pois exerce efeito no bem-estar térmico, ocasionado pelo resfriamento direto – desde que a água esteja em temperatura inferior à do corpo do animal – e serve como veículo primário de transferência de calor através da evaporação cutânea e respiratória.

As reações de várias raças de bovinos de corte em diferentes condições climáticas vem sendo descobertas em estudos a campo (FINDLAY, 1950), no

entanto, têm se observado que um fator atua sobremaneira no comportamento de bovinos a pasto: a alta temperatura do ar.

A radiação solar é o fator preponderante na termorregulação de ruminantes a pasto (GEBREMEDHIN, 1985). Blackshaw e Blackshaw (1994) acrescentam que a radiação solar é componente significativa na carga de calor em bovinos e sua redução, através do uso da sombra, é importante para manter o consumo de alimento, e por conseqüência, o crescimento, e até mesmo a sobrevivência dos animais. Findlay (1950), Hafez (1973), Fraser e Broom (1997) e Silanikove (2000) atentam para o fato de que a redução na ingestão de alimento, a diminuição da atividade de pastejo e a procura pela sombra são respostas imediatas ao estresse térmico pelo calor, pois pastejando menos há diminuição tanto na ingestão de alimento (o que reduz o ganho de calor pela atividade de digestão), quanto na atividade muscular que envolve o pastejo, que também produz calor.

Além disso, a sombra proporciona bem-estar ao animal, devido à diminuição da temperatura do ambiente e conseqüentemente do animal, o que ocasiona um aumento na ingestão de alimentos e água, principalmente se estes estiverem sob a sombra (HEAD, 1995). Paranhos da Costa e Cromberg (1997) e Paranhos da Costa (2000) destacam que, em ambientes quentes com alta incidência de radiação solar, deve-se proporcionar sombra aos animais, reduzindo assim o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação, pois o aperfeiçoamento do ambiente térmico traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização de alimentos.

Blackshaw e Blackshaw (1994), Fraser e Broom (1997), Paranhos da Costa e Cromberg (1997), Paranhos da Costa (2000) e Silanikove (2000) atentam para o fato de que os animais buscam áreas sombreadas nas horas mais quentes do dia, evitando a radiação solar direta. Paranhos da Costa e Cromberg (1997) ressaltam para o fato de que os animais procuram a sombra praticamente o dia todo, inclusive em horários com baixa incidência de radiação solar.

## **2.6 Manejo ambiental**

Findlay (1950), afirma que a carga de energia radiante incidente no animal, em regiões tropicais, pode ser maior que três vezes o total de calor endógeno

produzido pelo próprio animal. Como a absorção da radiação solar pode aumentar a produção de calor metabólico muitas vezes (RIEMERSCHMID, 1943), o uso da sombra durante dias quentes têm sido uma alternativa de conforto térmico. Uma simples sombra pode reduzir o calor radiante no animal em 30% ou mais (BOND et al., 1967). Na maior parte dos estudos os benefícios da sombra são analisados em bovinos de corte e leite confinados, particularmente por serem mais vulneráveis ao estresse calórico devido a alimentação com dietas de alta energia, e sua impossibilidade de se mudar para um ambiente mais agradável (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994).

Além de contribuírem para atenuar as temperaturas extremas em pastagens, as árvores reduzem o impacto de chuvas e ventos, promovendo conforto e servindo de abrigo para os animais. Esses fatores de conforto se refletem também no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (ALVIM et al., 2005).

Em regiões quentes, a existência de sombra nas pastagens influencia positivamente os hábitos de pastejo dos animais (DALY, 1984), permitindo uma distribuição mais apropriada da ruminação durante o dia e garantindo mais tempo de descanso. Em pastagens manejadas extensivamente, a presença de árvores distribuídas por toda a área deve contribuir para facilitar o acesso dos animais aos locais mais distantes da pastagem.

Segundo Baccari Jr. (1998), a melhor sombra é aquela fornecida pelas árvores. O autor recomenda que o sombreamento deva ser parte obrigatória em piquetes, para que possa ser aliviada a carga térmica radiante proveniente da radiação solar direta.

### **2.6.1 Sombreamento natural ou artificial**

A melhor sombra é a provida por árvores, isoladas ou em grupos, para que os animais possam ser aliviados da carga térmica radiante proveniente da radiação solar direta, principalmente durante o verão (BACCARI JR., 2001).

Segundo Silva (1988) as árvores têm maior eficiência resfriadora que os abrigos, pois sob as árvores os animais ficam expostos a uma maior área de céu aberto, representando uma superfície fria.

Quando há ausência de árvores nos pastos e piquetes ou as árvores existentes ainda não proporcionam a sombra necessária, recorre-se ao sombreamento artificial, com telas de sombra ou abrigos permanentes. Quando o sombreamento natural não está satisfatoriamente disponível, o sombreamento artificial proporciona uma melhora considerável nas condições térmicas ambientais (BUCKLIN; BRAY, 1998). Blackshaw e Blackshaw (1994) citam valores entre 1,8 m<sup>2</sup> e 4,2 m<sup>2</sup> de sombra por animal (bovinos de leite), sugerindo 5,6 m<sup>2</sup> como desejável. Já Titto, E.A.L. et al. (2006) recomendam áreas de 8 a 10 m<sup>2</sup> de tela de sombreamento, que permitem espaço de fuga e comportamento social aos animais e não representam custos significativos nos sistemas de produção a pasto ou em confinamento. De acordo com Silanikove (2000) estruturas de sombreamento bem projetadas reduzem a carga de calor total em 30% a 50%, sendo que as perdas de calor através da respiração totalizam somente 15%.

### **2.6.2 Desempenho e disponibilidade de sombra**

Alguns estudos com o provimento de sombra para bovinos de corte não mostraram dados consistentes de aumento de desempenho, contudo, consistentemente se notou uma redução na temperatura corporal e frequência respiratória (VALTORTA et al., 1997; PAUL et al., 1999). Entretanto outros estudos com bovinos de corte confinados e à pasto observou-se diferenças significativas em ganho de peso principalmente no verão, em animais que tiveram acesso a sombra, quando comparados aqueles que permaneceram sob radiação solar direta, que serão discutidos na seqüência.

Em estudo com bezerros Limousin em Évora, Portugal, Pereira et al. (1998) analisaram o desempenho produtivo em dois períodos: verão e outono; e com e sem acesso a sombra. Considerando os 2 períodos conjuntamente não se verificaram diferenças significativas entre os ganhos médios diários dos animais no tratamento sem sombra (SI: 0,802kg) e com sombra (SSb: 0,927kg). Entretanto ao se analisar os períodos independentes os animais do tratamento SI tiveram ganhos inferiores ao SSb no verão (0,513kg contra 0,827kg respectivamente) e outono (0,675kg x 1,054kg).

Em outro experimento na Argentina com bezerros desmamados precocemente e mantidos a pasto com e sem acesso a sombra, Kucseva et al.

(2004) encontraram diferença no ganho de peso no verão, com maior ganho no tratamento sombra em relação ao sol. Também houve diferença no ganho de peso no verão em relação à raça, sendo que os azebuados tiveram melhor desempenho que os de origem européia.

Em experimento conduzido com novilhas confinadas no leste do Texas, com e sem acesso a sombra, Mitlohner et al. (2001) não detectaram diferenças de temperatura retal entre tratamentos, entretanto a frequência respiratória foi menor nos animais com acesso a sombra (33,0 x 46,67 mov/min), o consumo de matéria seca foi maior (9,46 x 8,80 kg/d) e o ganho de peso também foi maior (1,6 x 1,41 kg/d), quando comparados aos animais que não tiveram acesso a sombra. O estudo foi conduzido no verão, caracterizado na região por temperaturas diurnas altas e noite relativamente frias. A temperatura do ar passou de 32°C quase todos os dias e a umidade relativa foi de 30% durante o dia e 80% durante a noite. As novilhas com acesso a sombra alcançaram o peso de abate 20 dias mais cedo do que as sem acesso a sombra e diferiram no peso final em 27 kg (547 x 520±6kg).

Brown-Brandl et al. (2005) trabalhando com bovinos de corte confinados com e sem acesso a sombra, notaram grande impacto da sombra sobre as respostas fisiológicas em todas as categorias de ITU segundo THOM (1959) e LCI (1970). O uso da sombra diminuiu a frequência respiratória (FR) e temperatura corporal durante as horas mais quentes do dia. Nos dias com ITU  $\geq 78$  e  $< 84$  a FR entre 10 e 19 horas foi de 85 mov/min no tratamento com sombra e 100,6 mov/min no tratamento sem sombra. Com o ITU acima de 84, considerado a categoria Emergência, o tratamento com sombra teve 91,0 mov/min e o tratamento sem sombra apresentou 114,6 mov/min com diferença máxima de 31 mov/min entre os tratamentos. Dentro da mesma categoria foi encontrada diferença máxima de 0,6°C na temperatura corporal.

Podemos concluir através destes estudos que bovinos sem acesso a sombra tiveram uma resposta fisiológica e comportamental ao estresse calórico que afetou negativamente a produtividade. Prover sombra aos bovinos de corte é uma solução adequada para diminuir o estresse calórico e reduzir os efeitos negativos do calor no desempenho.

### 2.6.3 Comportamento e disponibilidade de sombra

De maneira geral, pode-se afirmar que os animais evitam o desconforto, e em situações onde a radiação solar direta é intensa e a temperatura do ar é alta (maior que 28°C), a sombra é procurada pela maioria das raças européias de bovinos (FRASER; BROOM, 1997).

Em climas quentes os bovinos costumam usar a sombra, e seu comportamento de pastejo pode ser influenciado pela disponibilidade desta, deixando-a somente para procurar água no final da tarde ou à noite, sendo que em dias quentes o bovino gasta mais tempo deitado, especialmente quando há pouco vento (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994). Os autores acrescentam que a alta temperatura e umidade influenciam a procura por sombra em animais da raça Shorthorn, que permaneceram de 9 a 11 horas sob a sombra durante o verão em condições tropicais, mas em condições excepcionais de altas temperaturas do ar, da carga de radiação direta e umidade todas as raças de bovinos tornam-se vulneráveis ao estresse por calor.

Estudos realizados com a raça Angus (pelagem negra) citados por Findlay (1950), com a temperatura do ar entre 24,4°C e 39,4°C, mostram que os hábitos dos animais variam conforme a condição climática. Em situações de céu nublado e sem vento, os animais permaneceram em atividades de pastejo, descansando ao sol e descansando sob a sombra por, respectivamente, 79%, 0% e 21% do tempo do dia para animais com pêlo longo, e 69%, 0% e 31% para animais com pêlo tosquiado. Animais cruzados  $\frac{1}{2}$  Angus e  $\frac{1}{2}$  Brahman permaneceram por 73%, 0% e 27% para as mesmas atividades, respectivamente. Em condições de sol sem vento, os animais puros de pêlo longo, de pêlo tosquiado e meio-sangue permaneceram, respectivamente, 54%, 0%, 46%; 44%, 2%, 54%, e 62%, 28%, 10% para as atividades de pastejo, descanso ao sol e descanso sob a sombra. Para condições de sol, com vento, os resultados obtidos foram 75%, 0%, 25%; 64%, 3%, 33% e 83%, 17%, 0%, respectivamente para as mesmas atividades. Mesmo tosquiando os animais Angus não houve aumento no tempo de pastejo.

Paranhos da Costa e Cromberg (1997) citam que, os bovinos da raça Angus (pelagem negra e vermelha) permanecem aproximadamente 20% do tempo total no qual ficam sob a sombra no período das 6h00 às 10h00, 60% das 10h00 às 14h00 e 20% das 14h00 às 18h00. Salientam ainda que, os animais de pelagem vermelha

permaneceram sob a sombra 14% do dia (6h00 às 18h00) enquanto os animais de pelagem negra 22% para o mesmo período. Para o horário mais quente (das 10h00 às 14h00) os resultados obtidos foram de 10% para os animais vermelhos e 14% para os pretos.

Analisando a influência da disponibilidade da sombra sobre o comportamento, verificou-se que bezerros Limousin com acesso a sombra preferencialmente realizaram as atividades de ingestão (75%), repouso (78%) e ruminação (96%) sob à sombra (PEREIRA et al., 1998).

Em estudo com a raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão, os resultados mostraram que a ocorrência da posição dos animais ao sol diminuiu consideravelmente das 12h00 às 14h00, para os tratamentos com sombra natural, sombra artificial e água para imersão. O pastejo foi a principal atividade realizada ao sol, concentrado particularmente nos períodos menos quentes do dia. Quando permaneciam no tratamento com sombra artificial e água para imersão, os animais preferiram utilizar o sombreamento como recurso de defesa contra o calor (GLASER, 2003).

De maneira geral, observa-se que os animais com menor comprimento de pêlos utilizaram menos os recursos de perda de calor que os animais de pelagem mais longa (GLASER, 2003).

Com essas constatações reforça-se a necessidade do provimento de sombra nos pastos destinados a criação de bovinos de corte de raças européias e seus mestiços, especialmente no Brasil Central.

## **2.7 Teste de Tolerância ao Calor**

A tolerância ao calor varia de acordo com as espécies, com as raças e dentro das raças (TITTO et al, 1999). A adaptação do animal, ou o fato de possuir uma tolerância ao calor elevada, permite uma melhor resposta termorregulatória, facilitando a manutenção do equilíbrio homeotérmico (SANTOS, 1999; ABLAS 2002). Entretanto, meios para dissipação de calor podem ser colocados à disposição dos animais, com o intuito de melhorar as condições térmicas externas e conseqüentemente beneficiar o equilíbrio da temperatura interna por parte do animal (TITTO, 1998).

Ainda a eficiência da termólise evaporativa cutânea é alterada pelo comprimento dos pêlos ou espessura do pelame, pois pode dificultar a evaporação do suor. Isto também reforça as recomendações de se disponibilizar sombra nos pastos destinados à criação de bovinos de corte de raças taurinas e seus cruzamentos (TITTO, 1998; TITTO et al., 1998).

A adaptabilidade de bovinos taurinos (*Bos taurus taurus*) aos trópicos tem sido discutida por diversos autores (RHOAD, 1944; DOWLING, 1956; MCDOWELL, 1975; RAUSHENBACH; YEROKHIN, 1975; BACCARI JR., 1986) e vários métodos para avaliar a capacidade destes animais se ajustarem às condições ambientais predominantes em regiões de climas quentes tem sido propostos.

Uma prova de tolerância ao calor deve guardar alta correlação com a produtividade, de tal maneira que se possa prever, através de medidas de adaptabilidade em animais jovens, o desempenho destes e seus descendentes (McDOWELL, 1975).

Em bovinos de corte o teste de tolerância ao calor apresentou alta correlação positiva com o ganho de peso, mostrando-se efetivo para avaliação de desempenho (TITTO et al., 1994). Estes pesquisadores confirmaram o fato dos taurinos possuírem menor capacidade de suar que os zebuínos, dependendo mais da utilização da frequência respiratória para perder calor. Isto torna a vida para bovinos indianos nos trópicos mais “barata” do ponto de vista energético, e mais confortável que para bovinos de origem européia. Os animais da raça Simental apresentaram ITC médio de 8,78, a raça Nelore teve 9,85, e a Marchigiana 9,55.

Pereira (2004) mostrou a dinâmica da aquisição e da dissipação de calor nas raças Alentejana e Mertolenga, raças nativas portuguesas, com o uso de sensores de temperatura implantados intraperitonealmente. Através das características das curvas determinadas por equações de regressão pode-se observar a rápida subida da temperatura interna até estabilizar-se após 80 minutos de permanência ao sol. Nesse momento os autores notaram uma estabilização ou mesmo uma tendência para uma ligeira diminuição da temperatura interna na raça Mertolenga. Esta ocorrência provavelmente se deve a ativação dos mecanismos de dissipação de calor, que tendem a desencadear respostas mais rápidas nos animais de maior superfície corporal relativa à massa, o que ficou evidenciado com a rápida queda da temperatura interna após a colocação dos animais na sombra. Na raça Alentejana o aumento da temperatura interna apresentou um maior período de latência com a



temperatura aumentando em acréscimos decrescentes até os mesmos 80 minutos de exposição ao sol, correspondendo a uma crescente ativação das vias termolíticas. Após os 80 minutos, verificou-se uma tendência para uma nova subida da temperatura interna, refletindo um armazenamento de calor e uma menor eficiência das vias de termólise. Isto pode indicar uma menor inércia térmica, resultante da conjugação entre uma menor massa e uma elevada condutância.

Em estudo com bovinos de corte de origem europeia, os autores encontraram índices de tolerância ao calor (ITC) médios para as diversas raças utilizadas. Os ITCs médios observados foram de 9,52, 9,50, 9,70, 8,71, 9,79 e 9,34, com máximo de 9,70, 9,72, 9,83, 9,30, 9,90, 9,54, e mínimo de 9,17, 9,22, 9,50, 8,04, 9,74, 9,06 respectivamente para as raças Angus, Blonde D'aquitaine, Caracu, Limousin, Piemontesa e Simental. Nas condições deste experimento realizado por TITTO, C.G. et al. (2006), observou-se que a tolerância ao calor é uma característica sujeita especialmente à causa de variação comprimento de pêlo. Esse fator pode orientar o uso de animais em diferentes regiões.

Neste sentido, o teste de tolerância ao calor revelou-se uma ferramenta que deve ser utilizada de forma generalizada para orientar as decisões quanto à escolha de animais para o cruzamento industrial e a observação de comportamento é mais uma ferramenta para determinar as condições de conforto e estresse térmico em bovinos de corte.

Assim, pelo presente exposto, o objetivo geral do trabalho foi analisar as diferenças de comportamento de bovinos de corte Simental à pasto com diferentes recursos de sombreamento, sendo esta raça considerada como sensível ao calor quando comparada à raças utilizadas em cruzamento industrial, e realizar o Teste de Tolerância ao Calor.

Como objetivo específico pretendeu-se analisar a possível relação entre o Índice de Tolerância ao Calor Individual e a busca pelo recurso de conforto térmico.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1 Local**

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Biometeorologia e Etologia da FZEA-USP, em Pirassununga-SP, a uma altitude de 634m, na latitude sul 21°80'00" e latitude oeste 47°25'42", e apresenta clima do tipo Cwa, segundo classificação de Köppen (OLIVEIRA; PRADO, 1984). A temperatura média anual é de 22,0°C e a pluviosidade média anual é próxima a 1363 mm (MARTELLO, 2002). A coleta de dados foi realizada no mês de janeiro de 2006.

### **3.2 Animais testados**

Foram utilizados oito bovinos machos inteiros da raça Simental, de aproximadamente 80 meses, sendo três com pelagem vermelha e cinco com pelagem amarela, todos com pêlos de comprimento menor que 2 cm, com média de peso vivo de 900 kg. Todos provinham de manejo a pasto, apenas com suplementação mineral, o que foi mantido durante o experimento.

Os animais foram marcados individualmente com tinta atóxica, nas duas laterais sobre as costelas, de modo a proporcionar a observação isolada de cada animal (Figura 01).



Figura 1 – Animal marcado com tinta atóxica.

### 3.3 Dados ambientais

As variáveis climáticas temperatura de globo negro à sombra e ao sol, umidade relativa, nebulosidade e velocidade do ar foram registradas a cada 15 minutos, durante todo o período experimental. As temperaturas e umidade relativa foram determinadas através do uso de termômetro de globo negro e higrômetro, a velocidade do ar foi classificada de 1 a 3 e a nebulosidade de 1 a 5, de modo subjetivo, seguindo uma pré-classificação como mostra a Tabela 1. Estas duas medidas foram utilizadas posteriormente para confirmar os horários de maior radiação solar e temperatura do ar. O ITGU (Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade) foi calculado com base nos dados diários. A fórmula definida por Buffington et al. (1981) e utilizada para o cálculo foi:

$$ITGU = T_{GN} + 0,36T_{PO} + 41,5, \text{ onde...}$$

$T_{GN}$  = Temperatura de Globo Negro (°C)

$T_{PO}$  = Temperatura do ponto de orvalho (°C)

Tabela 1 - Classificação da velocidade do ar e nebulosidade

Classificação	Nebulosidade	Velocidade do ar
1	Céu limpo (brigadeiro)	Parado
2	Cirrus (sol coberto, mas com luz)	Brisa
3	Parcialmente nublado (sol encoberto)	Vento
4	Nublado (sem sol)	--
5	Chovendo (sem sol)	--

### 3.4 Coleta de dados

#### 3.4.1 Fase 1 - Comportamento

A primeira fase experimental foi realizada em três piquetes experimentais com área de aproximadamente 0,3 ha cada, dotados de bebedouros artificiais e cochos para suplementação mineral.

A pastagem existente nos três piquetes é a gramínea *Brachiaria decumbens*. Para cada piquete foi destinado um tratamento diferente:

- SN: disponibilidade de sombra natural sem restrições de espaço/área aos animais;
- SA: disponibilidade de sombra artificial com restrição de espaço/área aos animais;
- SS: sem disponibilidade de qualquer tipo de recurso de sombra.

A sombra artificial no tratamento SA é de malha de polietileno, com 80% de retenção da radiação solar, e de aproximadamente 7,5 m<sup>2</sup> de área sombreada por animal, suficiente para abrigar todos os animais ao mesmo tempo. As sombras naturais do tratamento SN eram providas por 8 árvores ao longo do piquete, com sombra o dia todo e sem restrição de espaço para os animais. (árvore maior com sombra de 19x14m às 16h) (Figura 2).

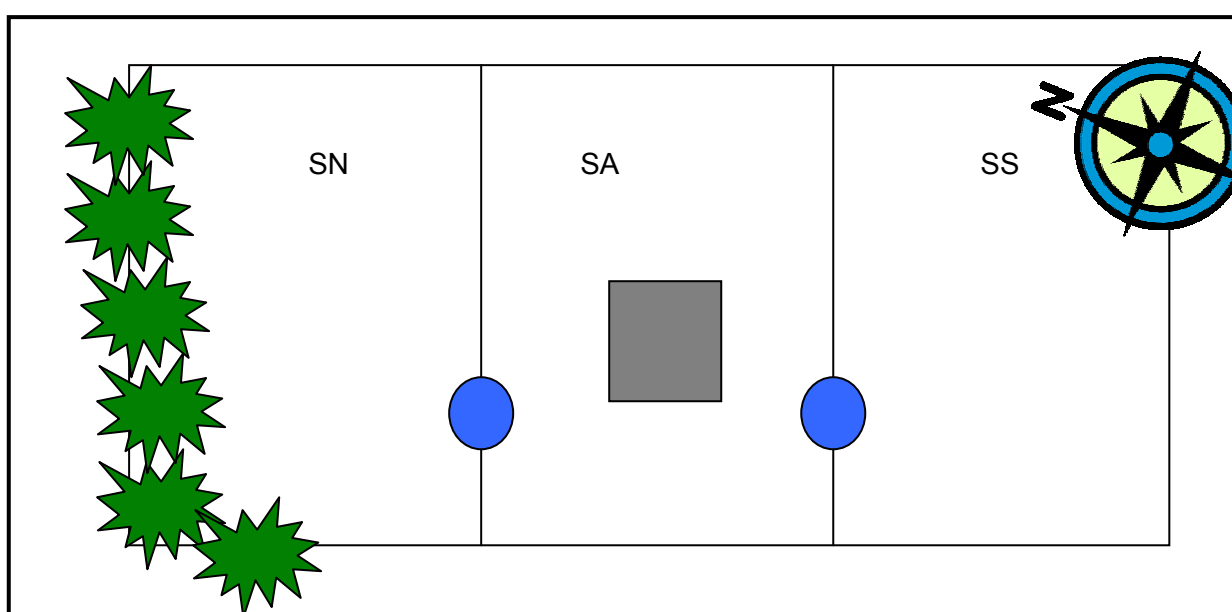


Figura 2. Visão esquemática dos três piquetes experimentais.

Foi realizado o registro de comportamento através de coleta instantânea, com amostragem pelo método focal preconizado por MARTIN e BATESON (1986), com intervalo amostral de 15 minutos, de forma direta por períodos contínuos do nascer ao pôr do sol. Alguns registros foram filmados e fotografados para uma posterior análise.

As variáveis comportamentais observadas foram: Posição (ao sol, à sombra natural, à sombra artificial); Postura (em pé: quatro apoios no chão, deitado: em decúbito externo ou ventral, com a cabeça levantada ou não) e Atividade (em pastejo: adquirindo o alimento, em ruminação: movimentando a mandíbula, em deslocamento: caminhando, em ócio: sem movimentação). Também foi medida a frequência respiratória dos animais no tratamento SS.

O período de adaptação foi de 48 horas e o período de observação efetivo foi de seis dias, sendo dois dias para cada tratamento, do nascer ao pôr do sol, com aproximadamente 14 horas de observação. A ordem dos tratamentos foi aleatória e os piquetes experimentais foram utilizados um de cada vez, evitando o efeito de interação entre animais de tratamentos adjacentes. Esta metodologia foi utilizada por Ablas (2002).

### **3.4.2 Fase 2 – Teste de Tolerância ao Calor**

Na segunda fase experimental foi realizado o Teste de Tolerância ao Calor, preconizado por Baccari Jr. et al. (1986) e modificado e validado por Titto et al. (1994, 1998, 1999) e Titto, C.G. et al. (2006).

O local destinado ao teste foi um curral de piso de cimento com uma área coberta por telhas de fibrocimento e pé direito de 4 metros, com seis troncos de contenção também localizados na área coberta, e uma área descoberta, dentro do mesmo curral, sem bebedouros ou cochos de alimentação.

Os animais permaneceram em 2 locais sem acesso à água ou alimentos. O primeiro foi um sombreado, das 11h00 às 13h00. Neste horário (13h00) foi tomada a primeira temperatura retal ( $T^{\circ}R1$ ). Das 13h00 às 14h00, permaneceram em outro local, este por sua vez descoberto e ensolarado, permitindo assim total incidência da radiação solar. Após esta hora de permanência ao sol, os animais retornaram ao

local sombreado, onde permaneceram por mais uma hora (das 14h00 às 15h00). Neste horário (15h00) foi tomada a segunda temperatura retal ( $T^{\circ}R2$ ). As médias de temperatura retal de cada indivíduo são aplicadas a uma fórmula ( $ITC = 10 - (T2 - T1)$ ) onde o inverso da diferença entre a segunda e a primeira temperaturas representa um índice de tolerância ao calor individual que significa a capacidade de restabelecer a temperatura corporal normal após o fim da exposição à radiação solar estressante. Com a média dos índices de cada animal foi determinado o Índice de Tolerância ao Calor Individual.

A raça Simental foi testada em três dias típicos de verão, com céu descoberto, movimento do ar mínimo e temperatura mínima de globo negro ao sol de 45°C. As variáveis climáticas (temperatura de globo negro à sombra e ao sol, umidade relativa, nebulosidade e velocidade do ar) foram registradas a cada uma hora, das 11 às 15 horas. Os dias escolhidos tiveram as mesmas condições climáticas, sendo possível a comparação posterior.

Vale ressaltar que as instalações foram adequadas para alojar e manejar os animais, sem que sofressem qualquer tipo de estresse de manejo, exceto o induzido pela exposição à radiação solar direta. Os animais permaneceram o restante do período diurno e o período noturno a pasto, em seu manejo de rotina.



Figura 3 – Animais ao sol e à sombra durante o Teste de tolerância ao calor

### 3.5 Análise estatística

O modelo utilizado para a análise de comportamento, por se tratar de modelo não-linear, porém linearizável foi ajustado utilizando-se a teoria de modelos lineares generalizados proposta por Nelder e Wedderburn (1972), utilizando-se o procedimento GENMOD do software SAS. Denotando-se a esperança matemática  $E[Y_t]$  por  $\mu_t$ , pode-se tornar a expressão linear aplicando o logaritmo natural, obtendo-se então um preditor linear, funcionalmente ligado à média  $\mu_t$  pela função logit. Desta maneira, o ajuste do modelo foi efetuado considerando que a distribuição dos resultados de cada variável de comportamento estudada ( $Y$ ) é binomial, com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ , tendo o logaritmo como função de ligação,  $\text{Ln}(t)$  sendo  $t$  o conjunto variáveis explanatórias. Considerou-se o efeito de animal em estrutura de medida repetida, o efeito de tratamento (SS, SN, SA), os efeitos do tempo (situação avaliada a cada 15 minutos, entre 6h00 e 20h00) dentro de tratamento com seus coeficientes linear, quadrático e cúbico, além do erro associado a cada observação.

Os efeitos das possíveis interações que não se mostraram significativos ( $P > 0,10$ ) sobre a variável de estudo, ou não puderam ser testados em decorrência da distribuição das informações, foram retirados do modelo final de análise. Relata-se ainda que a estrutura de medidas repetidas com matriz de correlação auto-regressiva de primeira ordem foi considerada na presente análise.

As comparações estatísticas foram realizadas sobre as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos com uma aproximação do teste de qui-quadrado, porém serão apresentadas apenas as médias com as distribuições nas escalas originais, pois estas podem ser facilmente interpretadas.

Para a análise do índice de tolerância ao calor foram realizadas correlações de Spearman e Pearson para determinar a relação entre o ITC individual e a posição ao sol de cada animal, observada e predita.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Comportamento

#### 4.1.1 Variáveis climáticas

Os resultados médios, máximos e mínimos obtidos para as variáveis climáticas temperatura do ar, temperatura de globo negro ao sol (TGNsol) e à sombra (TGNsb), umidade relativa (UR), velocidade do ar, nebulosidade e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), nos diferentes horários do dia, durante o período de avaliação comportamental, são apresentados na Tabela 02. A representação gráfica das variáveis climáticas médias dos dois dias de observação para cada tratamento, do nascer ao pôr do sol, são observadas nas Figuras 4 a 7.

Tabela 2 - Variáveis climáticas médias para os tratamentos SA, SN e SS nos dias de observação de comportamento.

Variáveis	Média	Máxima	Mínima
TGNsb (t°C)	28,9	36,0	18,5
TGNsol (t°C)	35,3	50,6	19,4
Umidade relativa (%)	58,4	90,0	36,0
Velocidade do ar	2	2	2
Nebulosidade	2	2	2
ITGU médio	88,5	95,6	78,6

SA: sombra artificial; SN: sombra natural; SS: sem sombra; TGNsb: temperatura de globo negro à sombra; TGNsol: temperatura de globo negro ao sol; ITGU: Índice de temperatura de globo negro e umidade.



As temperaturas de globo negro à sombra (TGNsb) mais altas (acima de 30°C) ocorreram entre 11h e 17h15h para os tratamentos SA e SN, e o SS diferiu nas horas de manutenção da temperatura acima de 30°C, que só caiu após às 18h30. As TGNsb máximas foram de 35°C para SA e SN e 34,5°C no SS. As mais baixas ocorreram no início da manhã, quando predominou a característica de cirrus no céu (18,5°C no SA, 21,5°C no SN, 20°C no SS) (Figura 4). A evolução das temperaturas deu-se de maneira semelhante para os diferentes dias de coleta e dentro de cada tratamento ( $P>0,01$ ).

Os valores mais altos encontrados para a radiação global solar (temperatura de globo negro ao sol: TGNsol) ocorreram entre as 10h00 e 17h00 para todos os tratamentos (46,5°C no SA, 50°C no SN, 48°C no SS), e as mínimas são as mesmas encontradas para a variável temperatura de globo negro à sombra (18,5°C no SA, 21,5°C no SN, 20°C no SS) (Figura 5). Nota-se que após as 15h30 a TGNsol se manteve mais alta no tratamento SS em relação aos outros dois, começando a diminuir após as 18h15 (34,1°C). Nos tratamentos SA e SS a queda na TGNsol iniciou mais cedo, sendo que às 17h15 já estava 34,6°C. Apesar da diferença de temperatura no final do dia, pode-se dizer que as radiações globais evoluíram de maneira similar nos diferentes dias de observação e dentro de cada tratamento ( $P>0,01$ ).

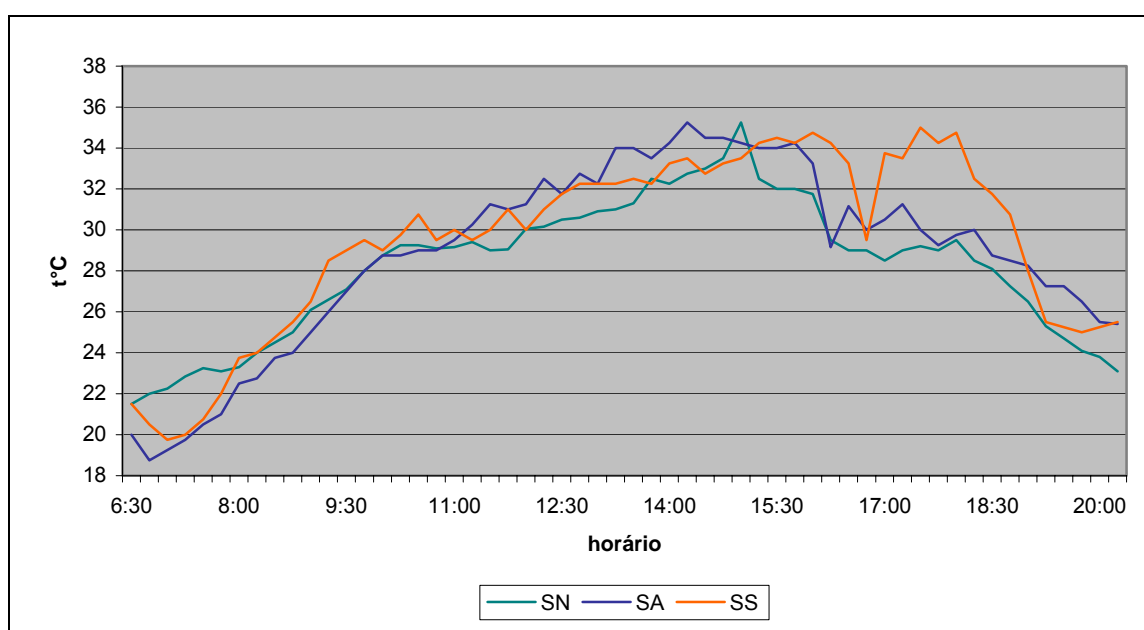


Figura 4 - Evolução horária da temperatura de globo negro à sombra (média de cada tratamento).

Os maiores registros das umidades relativas do ar para o período de observação experimental ocorreram ao amanhecer, por volta da 7h30 (92% no SA, 83% no SN, 91% no SS) e as mais baixas às 15h45 para o SA e SN (39,5% e 41%) e às 16h45 para o SS (37,5%) (Figura 6). Apesar desta diferença ocorreu um padrão entre os tratamentos até 16h00, com queda na UR e depois um ligeiro aumento com o entardecer.

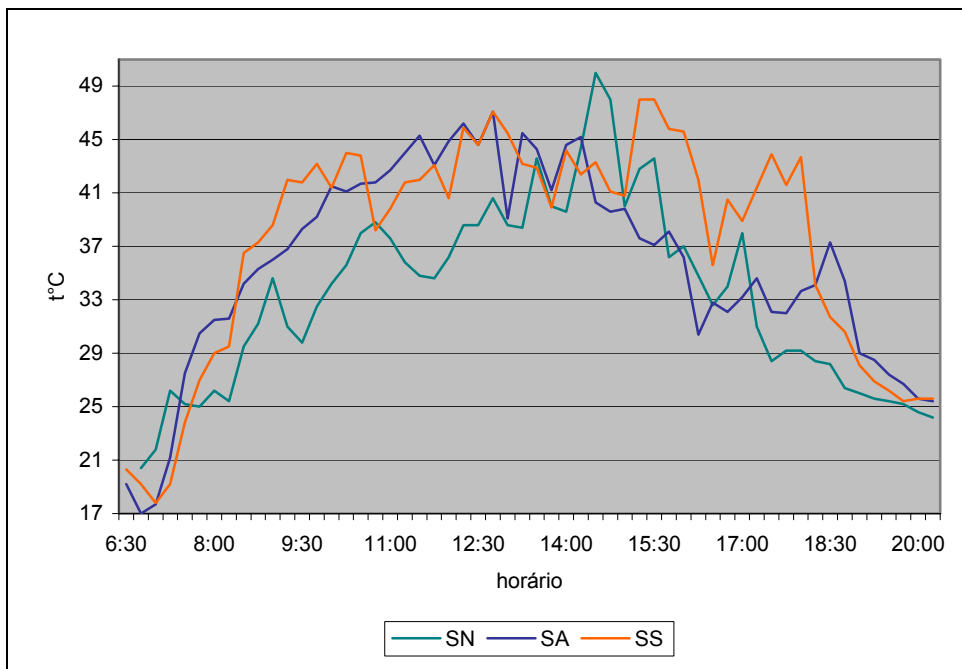


Figura 5 - Evolução horária da temperatura de globo negro ao sol (média de cada tratamento).

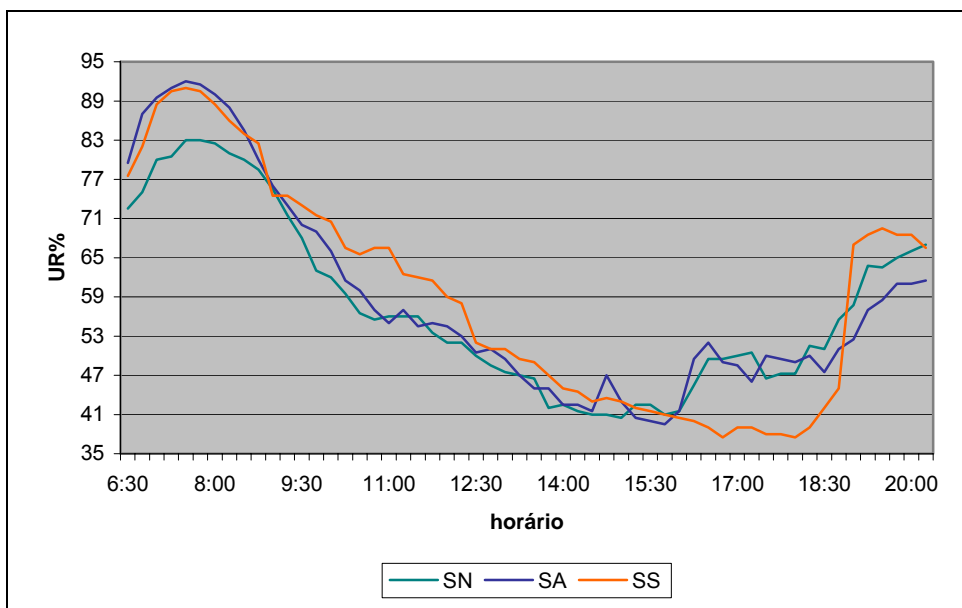


Figura 6 -. Evolução horária da umidade relativa (média de cada tratamento).

Para o ITGU os maiores registros se deram à partir das 12h00, alcançando valores máximos de 96,8 para o tratamento SN, 95,7 no tratamento SA e 96,1 no tratamento SS, como pode ser observado na Figura 7. Baseando-se na classificação de Rosemberg et al. (1983) o ITGU esteve acima do valor considerado “emergência” durante todo o período experimental, que é de 84, quando providências urgentes devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas com o rebanho, como o uso de sombreamento ou resfriamento do ambiente. No caso do presente trabalho os altos índices de globo negro e umidade mostraram que os dias de observação foram estressantes termicamente para os touros da raça Simental.

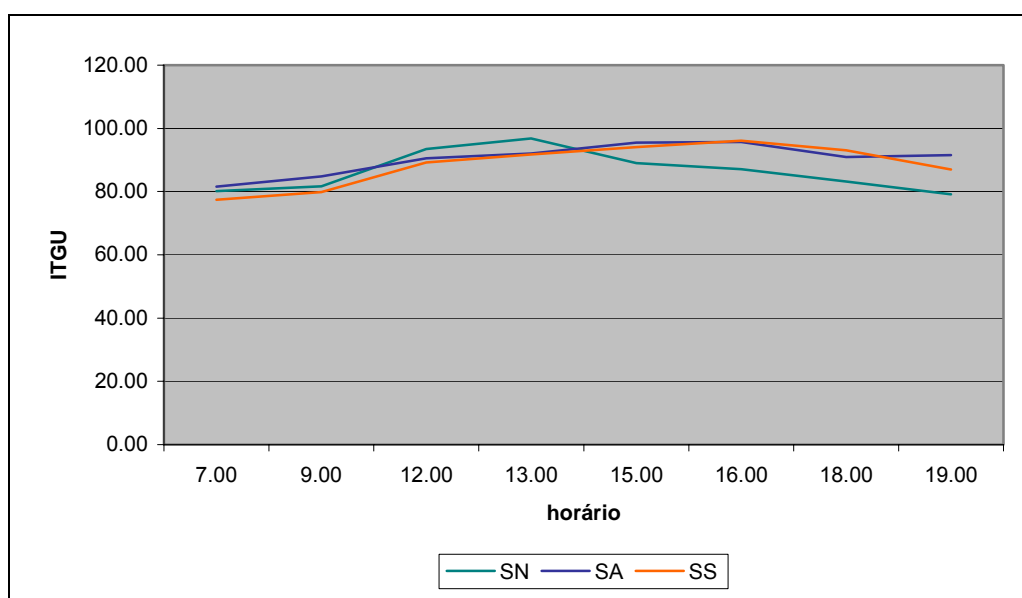


Figura 7 – Evolução por período do ITGU para os dias de observação da raça Simental.

Podemos notar através das Figuras 4 a 7 que apesar das observações terem acontecido em dias diferentes, houve um padrão de temperatura e umidade suficiente para comparação. As médias gerais para as variáveis climáticas foram bem próximas ( $P > 0,01$ ), e foram significativamente correlacionadas com os horários dentro de cada tratamento. Assim, pode-se afirmar que os seis dias utilizados para observação de comportamento e obtenção dos dados foram climaticamente muito parecidos.

### 4.1.2 Análise de comportamento

A análise estatística do comportamento foi realizada separadamente para cada parâmetro, através de sua relação com os horários do dia (tempo) e da variação climática, principalmente temperatura de globo negro ao sol, e as diferenças entre tratamentos. As Figuras 8 a 20 mostram a distribuição horária das freqüências médias observadas e previstas para cada tratamento e imagens dos animais nos tratamentos e as Tabelas 4 e 6 a 9 apresentam os efeitos de cada tratamento e da hora no comportamento, relacionado com as variáveis climáticas.

Através da Figura 8 notamos que a ocorrência da posição ao sol nos tratamentos SA e SN diminuiu à medida que se adiantava a hora. No tratamento SN os animais procuraram a sombra a partir das 10h30, com a permanência dos animais sob a sombra até pelo menos às 15h00, quando aumentava a ocorrência de posição ao sol. No tratamento SA a procura por sombra se deu um pouco antes, e a partir das 10h00 a maioria dos animais se encontrava à sombra. A volta ao sol também foi diferente do tratamento SN, iniciando por volta das 16h00. Houve efeito do tratamento, do horário e da TGNsol ( $P < 0,01$ ) mas sem diferença no padrão da curva de comportamento em relação à temperatura (TGNsol e TGNsb) (Tabela 4).

As diferenças de ventilação entre as duas condições de sombreamento (artificial e natural) provavelmente alteraram a convecção e a evaporação do suor dos bovinos a tal ponto de aumentar a permanência destes sob a sombra artificial. Talvez 3,5 metros de altura sob a tela com 80% de retenção solar não seja efetiva como uma árvore com copa não compacta e de 7 a 9 metros de altura. Esses dados corroboram com Silva (1988) que afirma serem as sombras naturais mais eficientes que as sombras artificiais. A posição ao sol no tratamento SS não foi analisada pois como não existia possibilidade de permanência sob sombra, a freqüência foi de 100%.

Tabela 3 - Percentual médio da freqüência de surtos da posição ao sol ou à sombra observadas para cada tratamento.

Posição	Tratamento		
	SN (%)	SA (%)	SS (%)
Ao sol	68,0 <sup>a</sup>	57,0 <sup>b</sup>	100 <sup>c</sup>
À sombra	32,0 <sup>a</sup>	43,0 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>

Letras diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,01$ )

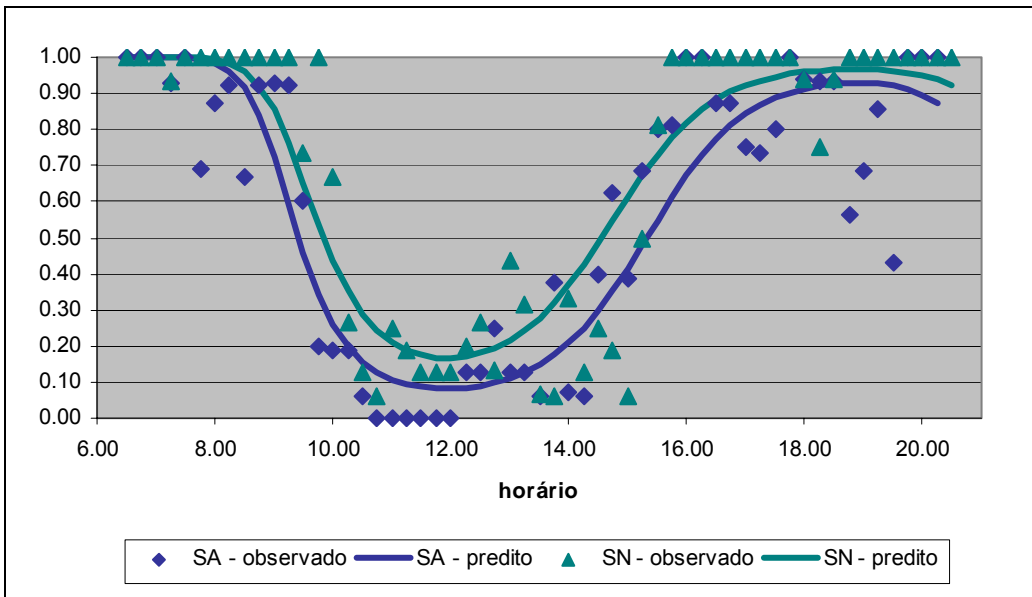


Figura 8 – Distribuição horária da frequência de surtos da posição “ao sol” para os tratamentos SA e SN (observado e predito).

Na Tabela 3 encontramos a frequência de surtos em porcentagem da posição ao sol ou à sombra para os três tratamentos. Houve maior permanência à sombra no tratamento SA em relação ao SN (43% e 32%) ( $P < 0,01$ ). Na Figura 9 observa-se o comportamento em relação a posição à sombra. O uso da sombra acontece nas horas mais quentes do dia, com TGNsol acima dos 40°C.

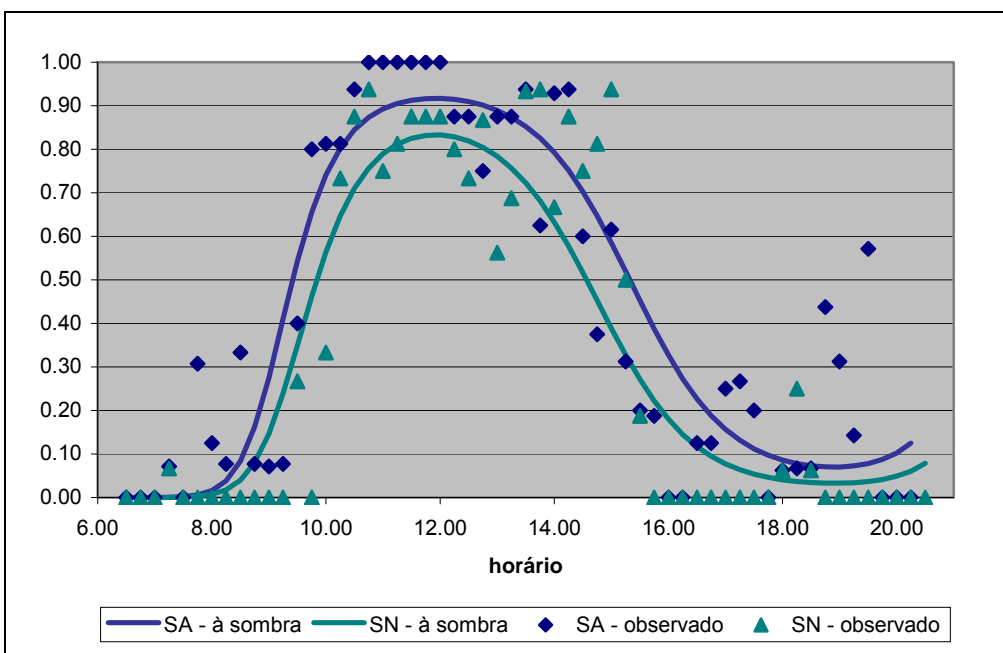


Figura 9 – Distribuição horária da frequência de surtos da posição “à sombra” para os tratamentos SA e SN (observado e predito).

Tabela 4 - Análise de estimativas do parâmetro “posição ao sol” pelo modelo linear generalizado e estimativas empíricas de erro padrão.

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de Confiança		Z	Pr >  Z
			95%			
Intercepto	112.6437	19.2479	74.9186	150.3688	5.85	<.0001
Tratamento	SA -32.1207	21.6578	-74.5691	10.3278	-1.48	0.1380
Tratamento	SN 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Tempo*tratamento	SA -17.9954	1.7383	-21.4025	-14.5883	-10.35	<.0001
Tempo*tratamento	SN -23.5040	4.1966	-31.7292	-15.2788	-5.60	<.0001
Quadrática	SA 1.2613	0.1209	1.0243	1.4982	10.43	<.0001
Quadrática	SN 1.5469	0.2956	0.9675	2.1262	5.23	<.0001
Cúbica	SA -0.0280	0.0027	-0.0333	-0.0226	-10.29	<.0001
Cúbica	SN -0.0320	0.0068	-0.0453	-0.0187	-4.71	<.0001

Quadrática = tempo\*tempo\*tratamento; Cúbica = tempo\*tempo\*tempo\*tratamento

Através da Figura 11 notamos a diferença no comportamento em relação a postura “em pé” nos 3 tratamentos. Nos piquetes com sombra (SN e SA) o padrão de comportamento ao longo do dia foi similar, apesar da menor frequência de surtos no tratamento SN. No tratamento SS notou-se a permanência em pé da maioria dos animais a partir das 8h00, quando a temperatura começa a se elevar. Alguns pontos de frequência observadas no gráfico ocorreram junto ao cocho de água, onde havia formado lama. Esse comportamento provavelmente acontece para proporcionar maior troca de calor por condução. Houve diferença estatística entre os 3 tratamentos ( $P < 0,01$ ) (Tabela 6).



Figura 10 – Animais deitados sob a sombra

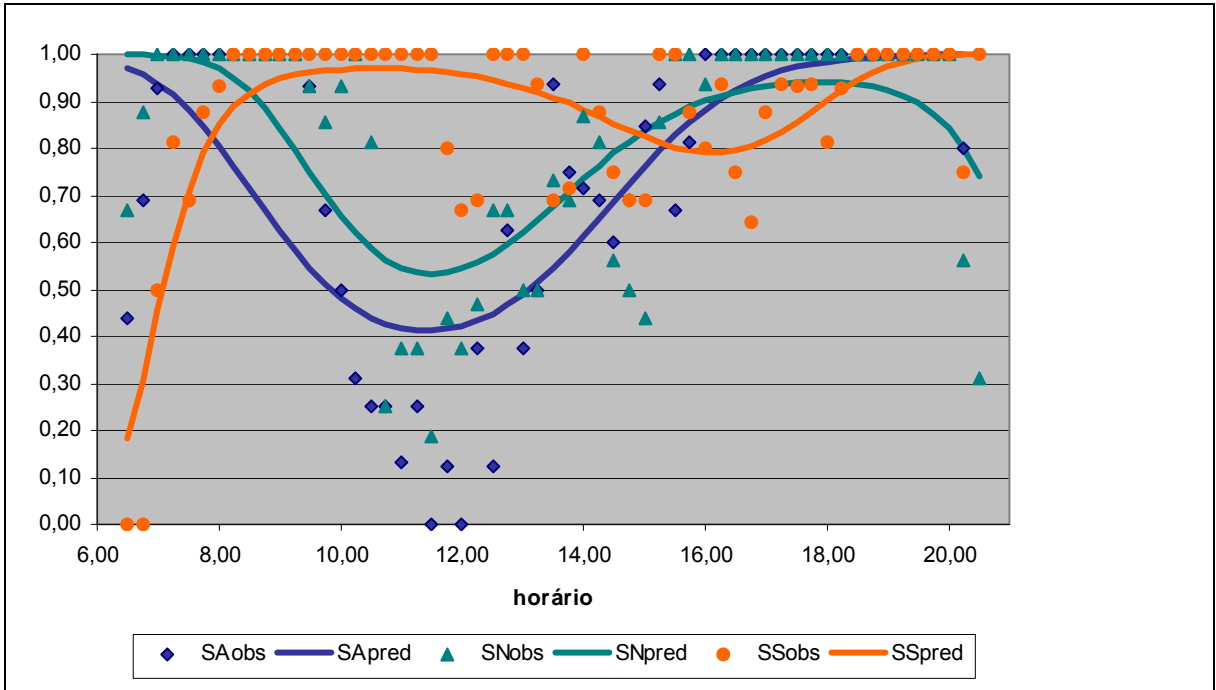


Figura 11 - Distribuição horária da frequência de surtos da postura "em pé" para os tratamentos SA, SN e SS (observado e predito).

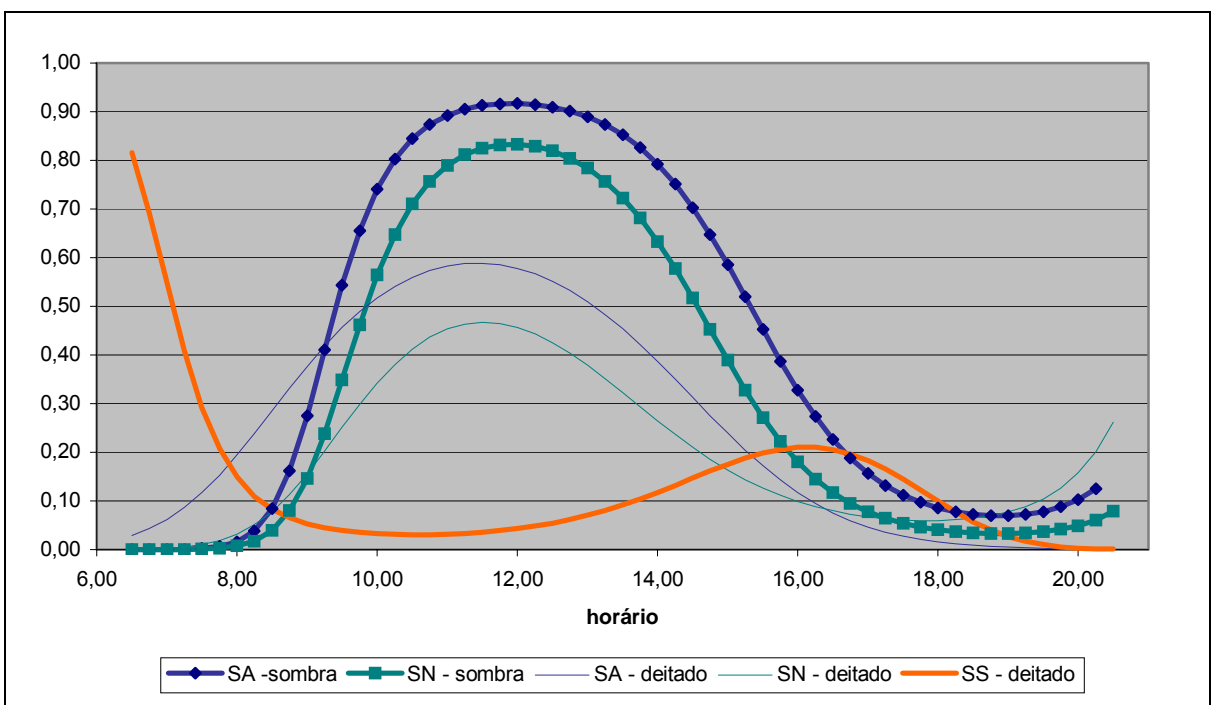


Figura 12 - Interação horária das frequências de surtos da posição "à sombra" e postura "deitado" para os tratamentos SA, SN e SS (predito).

Tabela 5 - Percentual médio da freqüência de surtos da postura em pé ou deitado observadas para cada tratamento.

Postura	Tratamento		
	SN (%)	SA (%)	SS (%)
Em pé	80,6 <sup>a</sup>	73,7 <sup>b</sup>	86,5 <sup>c</sup>
Deitado	19,4 <sup>a</sup>	26,3 <sup>b</sup>	13,5 <sup>c</sup>

Letras diferentes nas linhas diferem entre si (P<0,01)

Em relação à postura os animais no tratamento SS permaneceram mais tempo em pé, seguido pelo tratamento SN e em seguida pelo SA (86,5%, 80,6%, 73,7%) (P<0,01) (Tabela 5).

Tabela 6 - Análise de estimativas do parâmetro “postura em pé” pelo modelo linear generalizado e estimativas empíricas de erro padrão.

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de Confiança		Z	Pr >  Z
			95%			
Intercepto	-47.8760	3.7118	-55.1509	-40.6011	-12.90	<.0001
Tratamento	SA 72.4487	15.4051	42.2553	102.6422	4.70	<.0001
Tratamento	SN 105.1021	13.0426	79.5391	130.6651	8.06	<.0001
Tratamento	SS 0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Tempo*tratamento	SA -5.0002	3.7020	-12.2561	2.2556	-1.35	0.1768
Tempo*tratamento	SN -12.6281	3.2267	-18.9523	-6.3039	-3.91	<.0001
Tempo*tratamento	SS 12.4561	1.1307	10.2398	14.6723	11.02	<.0001
Quadrática	SA 0.3022	0.3111	-0.3075	0.9119	0.97	0.3313
Quadrática	SN 0.9016	0.2216	0.4673	1.3358	4.07	<.0001
Quadrática	SS -0.9772	0.1076	-1.1881	-0.7663	-9.08	<.0001
Cúbica	SA -0.0049	0.0085	-0.0215	0.0118	-0.57	0.5665
Cúbica	SN -0.0205	0.0049	-0.0301	-0.0109	-4.18	<.0001
Cúbica	SS 0.0244	0.0032	0.0182	0.0307	7.65	<.0001

Quadrática = tempo\*tempo\*tratamento; Cúbica = tempo\*tempo\*tempo\*tratamento

Para os tratamentos SA e SN, a presença do recurso de sombreamento possibilitou a maior ocorrência da postura deitado, na sua maioria sob a sombra, nos horários entre 10h00 e 14h00 (Figuras 10, 12 e 13). Blackshaw e Blackshaw (1994) também observaram que os bovinos com acesso a sombra deixam-a somente para procurar água no final da tarde ou à noite, sendo que em dias quentes estes gastam



mais tempo deitado, especialmente quando há pouco vento. No tratamento SS, observa-se que a falta de sombra manteve os animais em pé durante todo o dia, das 8h00 às 20h00. Essa postura ajuda na perda de calor por convecção para o ar e também a evaporação. Pode-se notar através do aumento da frequência respiratória e a presença de animais com salivação excessiva no tratamento SS que realmente os animais sem acesso a recurso de conforto térmico sofrem com a alta radiação solar (frequência respiratória média de 100 mov/min). Brown-Brandl et al. (2005) verificaram aumento da frequência respiratória nos animais mantidos sem acesso a sombra, porém em confinamento. Nos dias com ITU  $\geq 78$  e  $< 84$  a FR entre 10 e 19 horas foi de 100,6 mov/min e com o ITU acima de 84, considerado a categoria Emergência, apresentou 114,6 mov/min com diferença máxima de 31 mov/min em relação ao tratamento com sombra.

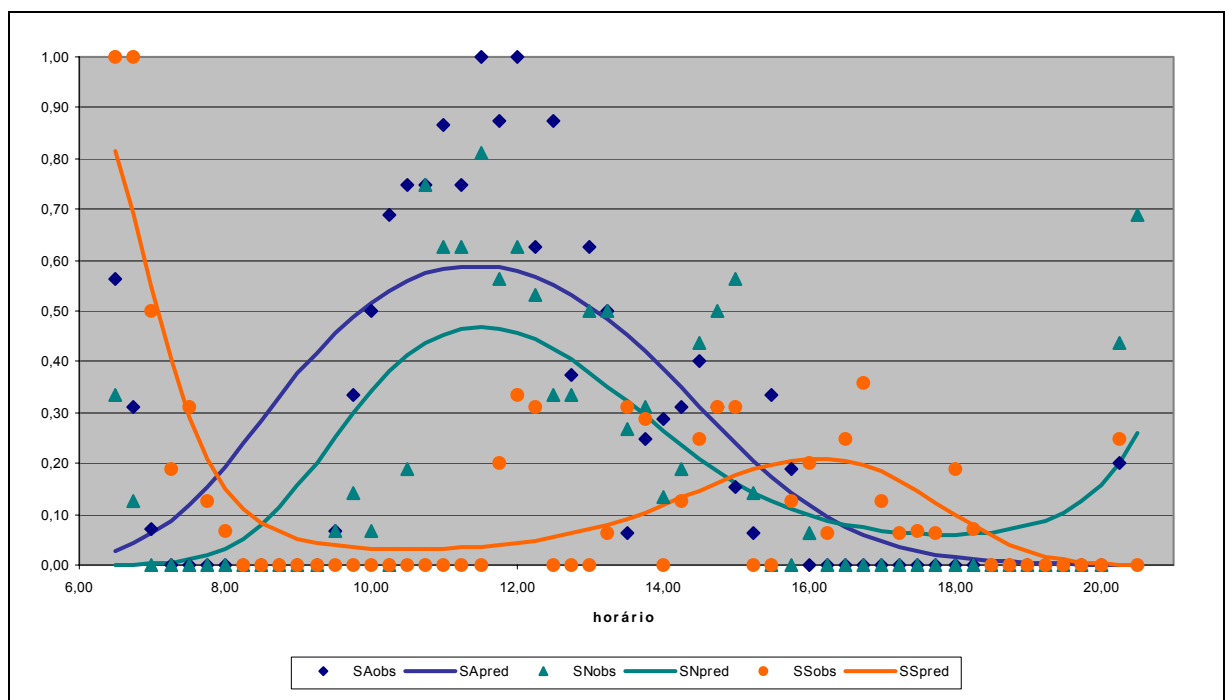


Figura 13 – Distribuição horária da frequência de surtos da postura “deitado” para cada tratamento (obs: observado; pred: predito).

Em relação ao comportamento de pastejo, notamos que nos tratamentos SN e SA ele acontece em 2 períodos distintos, no início da manhã quando predominam as TGNsol mais baixas até as 10h00, e após às 16h30, após o período de descanso sob a sombra (Figuras 14 e 15). O mesmo comportamento foi observado por Hafez (1973) em bovinos de corte, quando a atividade mais intensa de pastejo ocorria das 4h00 às 8h00 e das 16h00 às 20h00, com atividade moderada das 10h00 às 12h00.

O pastejo no período noturno é mais freqüente no verão, quando os bovinos preferem pastear e beber água nos horários em que as temperaturas são mais amenas (HAFEZ, 1973; BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994). Fraser e Broom (1997) ressaltam que os bovinos evitam a alimentação durante as horas mais quentes do dia, pois procuram sombra neste horário.

No tratamento SS os animais pastaram pela manhã até às 11h00 e só voltaram à essa atividade após às 18h00 (Figura 14). A razão mais provável desse comportamento foi a ausência de um recurso de sombreamento para o descanso e ruminação dos animais nas horas mais quentes do dia. Provavelmente a temperatura corporal dos touros demorou mais tempo para voltar à situação mais próxima da normalidade podendo ter sido a principal causa do comportamento da volta mais tarde ao pastejo. A ingestão de alimentos, principalmente volumosos, acha-se comprovadamente condicionada à carga térmica endógena (TITTO et al, 1999)

Isso é claro quando nos reportamos à fisiologia termorreguladora em que temos o hipotálamo inicialmente determinando a diminuição ou interrupção da ingestão de alimentos através de impulso elétrico diretamente sobre o bulbo da saciedade e a seguir sua estimulação para duas vias termolíticas importantes em bovinos, quais sejam o aumento da ingestão de água e o ofego termolítico, que mecanicamente concorrem para a inibição da ingestão de alimentos. As observações do presente trabalho corroboram com as dissertativas de diversos autores (HAFEZ, 1973; McDOWELL, 1975, SILVA, 2000; TITTO, 1998; BACCARI JR, 2001).

Os três tratamentos tiveram comportamento de pastejo diferentes em relação ao horário e TGNsol ( $P < 0,01$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 – Análise de estimativas do parâmetro “pastejo” pelo modelo linear generalizado e estimativas empíricas de erro padrão.

Parâmetro		Estimativa	Erro padrão	Intervalo de Confiança 95%		Z	Pr >  Z
Intercepto		-15.0499	2.7793	-20.4973	-9.6025	-5.41	<.0001
Tratamento	SA	47.8626	5.0258	38.0122	57.7129	9.52	<.0001
Tratamento	SN	29.1688	4.3620	20.6194	37.7181	6.69	<.0001
Tratamento	SS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Tempo*tratamento	SA	-9.8073	1.0387	-11.8431	-7.7715	-9.44	<.0001
Tempo*tratamento	SN	-3.8236	0.5978	-4.9953	-2.6519	-6.40	<.0001
Tempo*tratamento	SS	3.7491	0.7097	2.3581	5.1400	5.28	<.0001
Quadrática	SA	0.7936	0.0854	0.6262	0.9609	9.29	<.0001
Quadrática	SN	0.2936	0.0504	0.1947	0.3924	5.82	<.0001
Quadrática	SS	-0.3181	0.0581	-0.4319	-0.2042	-5.48	<.0001
Cúbica	SA	-0.0193	0.0021	-0.0234	-0.0151	-9.10	<.0001
Cúbica	SN	-0.0071	0.0014	-0.0098	-0.0045	-5.22	<.0001
Cúbica	SS	0.0084	0.0015	0.0054	0.0114	5.54	<.0001

Quadrática = tempo\*tempo\*tratamento; Cúbica = tempo\*tempo\*tempo\*tratamento

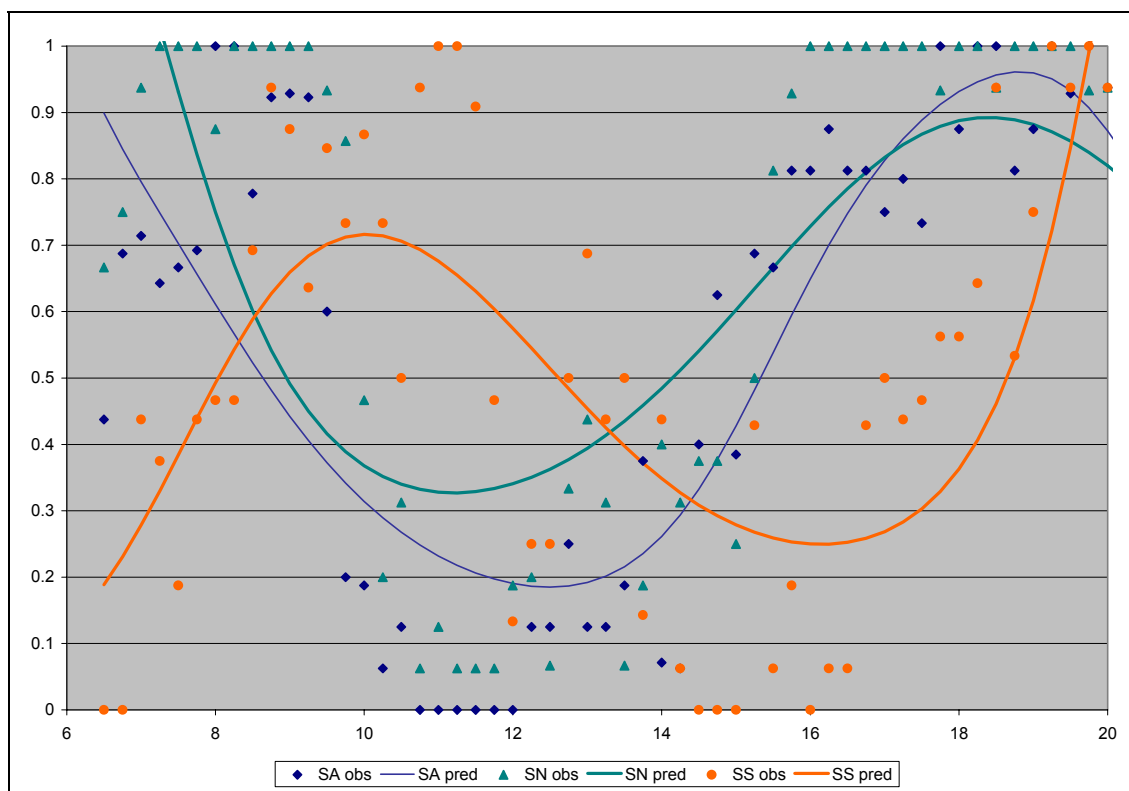


Figura 14 – Distribuição horária da frequência de surtos da atividade “pastejo” para cada tratamento.



Figura 15 – Animais da raça Simental na atividade “pastejo”, no tratamento SN.

Na Figura 16 observa-se as curvas de comportamento da atividade de ruminação nos 3 tratamentos. No SN e SA houve um mesmo padrão de curva ao longo do dia, porém a atividade iniciou-se mais cedo para os animais no tratamento SA (8h45) do que no SN (9h30) e terminou mais tarde (SA 16h30 e SN 15h45), com diferença estatística ( $P < 0,01$ ). A frequência encontrada para a atividade foi de 22,9% no SA e 18,3% no SN. Isso provavelmente ocorreu devido a maior permanência sob a sombra no tratamento SA, e a saída posterior para o pastejo em relação ao tratamento SN.

No tratamento SS a atividade de ruminação praticamente não ocorreu, possivelmente pela ausência de pastejo, pela alta frequência respiratória dos animais na tentativa de perder calor e pela falta de um local confortável para descanso e ruminação (Figura 16). Os bovinos passaram apenas 6,2% do tempo de observação ruminando Também houve diferença estatística entre os 3 tratamentos ( $P < 0,01$ ) (Tabela 8).

Observando o comportamento de ruminação em relação ao uso da sombra e a posição deitado através da Figura 17, pode-se concluir que no tratamento SA os animais permaneceram deitados a maior parte do tempo de ruminação, sendo que esta atividade ocorreu na sua totalidade sob a sombra, nas horas mais quentes do dia. No tratamento SN observou-se a mesma característica de comportamento, porém com um menor tempo de ruminação, e em alguns casos esta ocorreu com o

animal em pé. Uma possível explicação para esse fato seria a de que com uma altura maior de sombra a ventilação sob esta seria melhor, proporcionando uma melhor troca de calor em pé, e um maior conforto térmico (Figura 18).

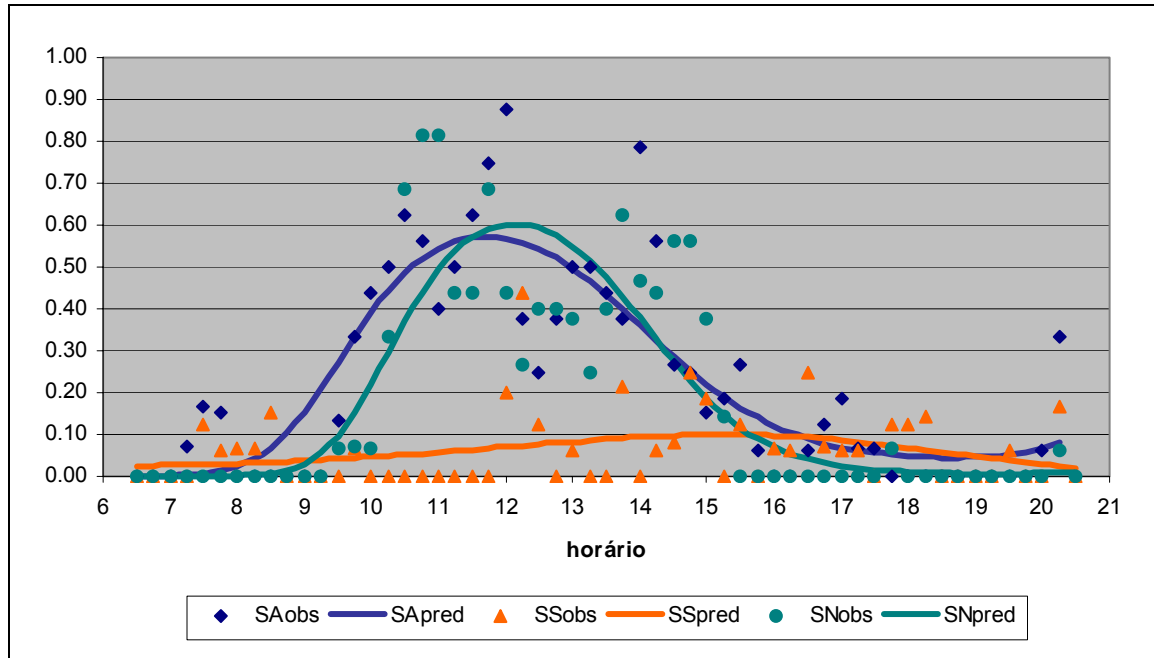


Figura 16 – Distribuição horária da frequência de surtos da atividade “ruminação” para cada tratamento (obs: observado; pred: predito).

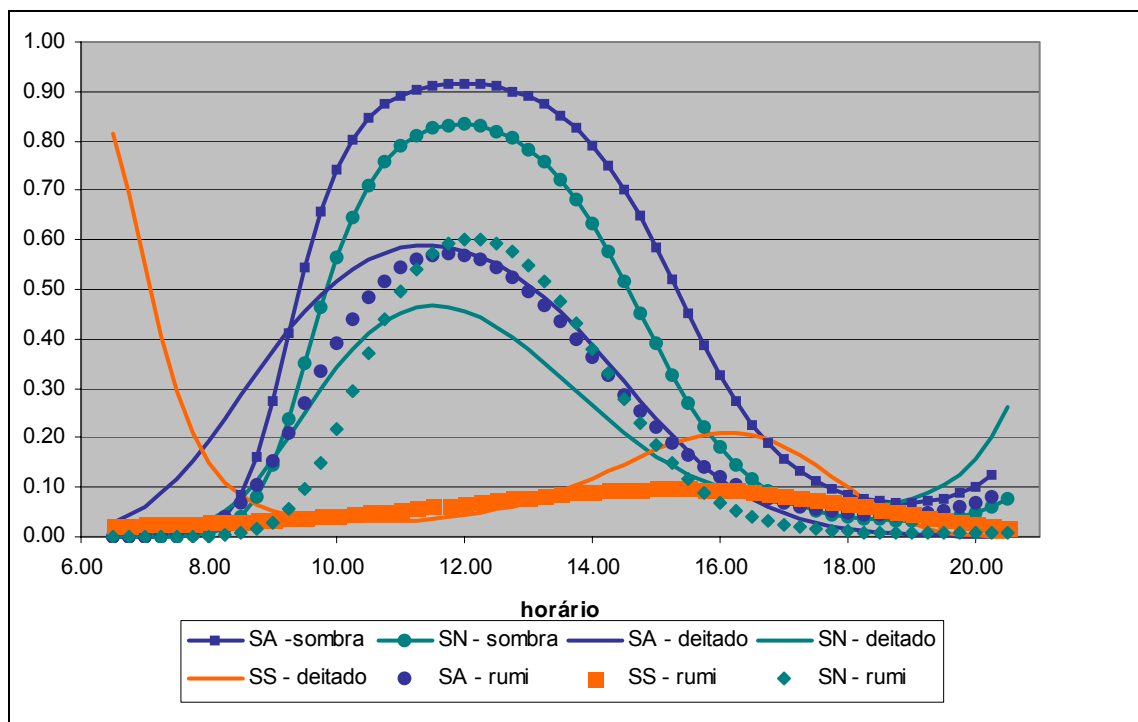


Figura 17 – Interação horária das frequências de surtos da atividade “ruminação” em relação à posição “à sombra” e postura “deitado” para os tratamentos SA, SN e SS (predito).



Figura 18 – Animais em ruminação e ócio sob a sombra natural.

Tabela 8 – Análise de estimativas do parâmetro “ruminação” pelo modelo linear generalizado e estimativas empíricas de erro padrão.

Parâmetro		Estimativa	Erro padrão	Intervalo de Confiança 95%		Z	Pr >  Z
Intercepto		-1.7655	7.7391	-16.9338	13.4028	-0.23	0.8195
Tratamento	SA	-60.2369	16.2490	-92.0844	-28.3893	-3.71	0.0002
Tratamento	SN	-94.8046	22.1742	-138.265	-51.3440	-4.28	<.0001
Tratamento	SS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Tempo*tratamento	SA	13.4506	2.6276	8.3007	18.6005	5.12	<.0001
Tempo*tratamento	SN	20.2117	3.9541	12.4618	27.9617	5.11	<.0001
Tempo*tratamento	SS	-0.8033	2.0752	-4.8707	3.2640	-0.39	0.6987
Quadrática	SA	-0.9349	0.1838	-1.2951	-0.5747	-5.09	<.0001
Quadrática	SN	-1.3548	0.2856	-1.9145	-0.7951	-4.74	<.0001
Quadrática	SS	0.0996	0.1725	-0.2384	0.4376	0.58	0.5637
Cúbica	SA	0.0205	0.0042	0.0123	0.0287	4.91	<.0001
Cúbica	SN	0.0287	0.0067	0.0154	0.0419	4.25	<.0001
Cúbica	SS	-0.0032	0.0044	-0.0119	0.0055	-0.72	0.4724

Quadrática = tempo\*tempo\*tratamento; Cúbica = tempo\*tempo\*tempo\*tratamento

O ócio e a ruminação seguem o mesmo padrão de comportamento e estão relacionados porque normalmente, durante o período mais quente do dia os animais preferem ruminar ou permanecer em ócio. Observamos na Figura 19 que os animais

do tratamento SS permanecem mais em ócio do que os tratamentos SN e SA. Pode-se dizer que o ócio dos animais sem acesso a sombra não é alterado por surtos de ruminação, pois como o comportamento de pastejo também foi alterado pela falta de recurso de conforto térmico, conseqüentemente não vai ocorrer a ruminação, e sim o ócio.

Na maior parte do tempo, os animais do tratamento SS permaneciam em ócio próximo ao bebedouro, procurando um microclima mais favorável, como observado na Figura 20.

Analisando a influência da disponibilidade da sombra sobre o comportamento, animais com acesso a sombra preferencialmente realizaram as atividades de repouso (78%) e ruminação (96%) sob à sombra (PEREIRA et al., 1998).

Houve diferença entre os tratamentos e em relação ao horário na atividade ócio ( $P < 0,01$ ) (Tabela 9).

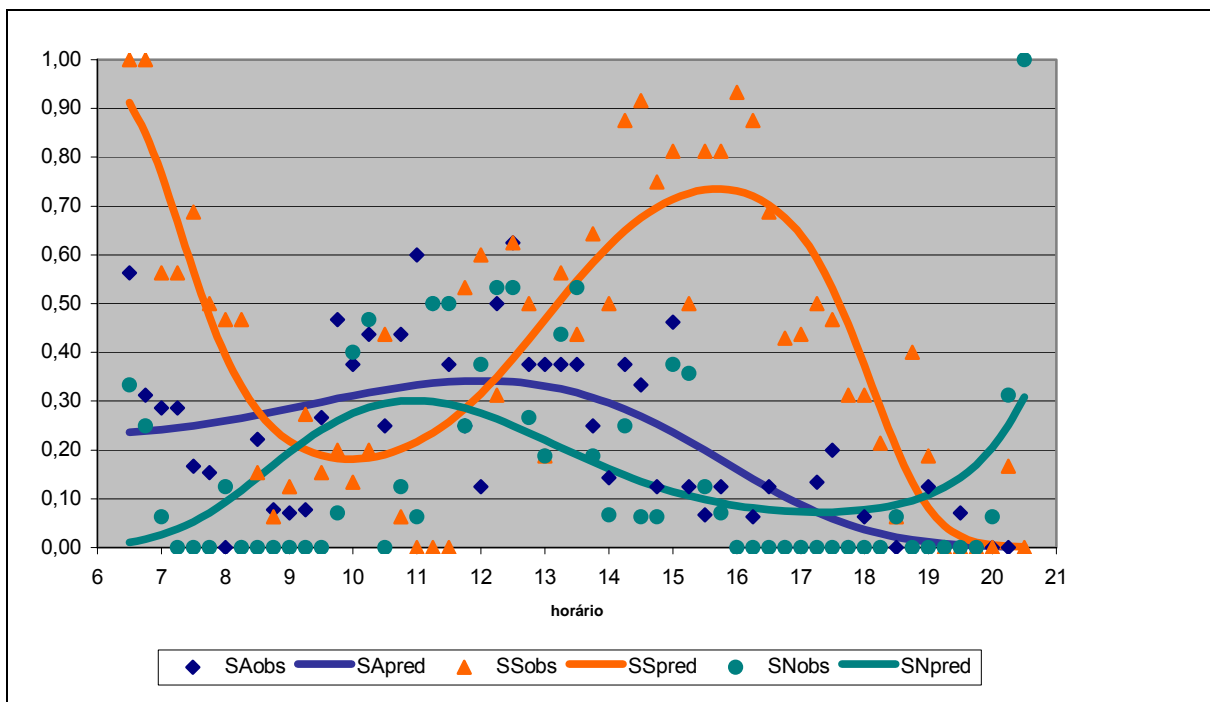


Figura 19 – Distribuição horária da frequência de surtos da atividade "ócio" para cada tratamento.





Figura 20 – Animais em pé em ócio no tratamento SS.

Tabela 9 – Análise de estimativas do parâmetro “ócio” pelo modelo linear generalizado e estimativas empíricas de erro padrão.

Parâmetro		Estimativa	Erro padrão	Intervalo de Confiança 95%		Z	Pr >  Z
Intercepto		47.5206	6.1744	35.4189	59.6222	7.70	<.0001
Tratamento	SA	-46.0791	6.5938	-59.0027	-33.1555	-6.99	<.0001
Tratamento	SN	-81.0587	8.7012	-98.1128	-64.0047	-9.32	<.0001
Tratamento	SS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
Tempo*tratamento	SA	-1.0497	0.8491	-2.7139	0.6145	-1.24	0.2164
Tempo*tratamento	SN	7.5741	1.7717	4.1017	11.0465	4.28	<.0001
Tempo*tratamento	SS	-12.4873	1.5381	-15.5019	-9.4728	-8.12	<.0001
Quadrática	SA	0.1312	0.0682	-0.0026	0.2649	1.92	0.0546
Quadrática	SN	-0.5651	0.1214	-0.8030	-0.3273	-4.66	<.0001
Quadrática	SS	1.0247	0.1234	0.7828	1.2665	8.31	<.0001
Cúbica	SA	-0.0049	0.0018	-0.0084	-0.0013	-2.70	0.0068
Cúbica	SN	0.0133	0.0027	0.0081	0.0186	5.00	<.0001
Cúbica	SS	-0.0266	0.0032	-0.0328	-0.0204	-8.40	<.0001

Quadrática = tempo\*tempo\*tratamento; Cúbica = tempo\*tempo\*tempo\*tratamento



Tabela 10– Percentual médio da freqüência de surtos das atividades observadas para cada tratamento.

Atividade	Tratamento		
	SN (%)	SA (%)	SS (%)
Pastejo	65,4 <sup>a</sup>	54,7 <sup>b</sup>	50,3 <sup>c</sup>
Ruminação	18,3 <sup>b</sup>	22,9 <sup>a</sup>	6,2 <sup>c</sup>
Deslocamento	0,5 <sup>c</sup>	1,2 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>
Ócio	15,9 <sup>c</sup>	21,2 <sup>b</sup>	41,7 <sup>a</sup>

Letras diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,01$ ), sendo “a” sempre o maior valor.

A Tabela 10 apresenta o percentual médio da freqüência das atividades observadas para cada tratamento ao longo do dia. No tratamento SN os animais pastejaram 65,4% do tempo total de observação, ruminaram 18,3%, permaneceram em ócio 15,9% e a atividade de deslocamento tomou apenas 0,5% do tempo. No tratamento SA, as atividades foram divididas em 54,7% para o pastejo, 22,9% para ruminação, 21,2% para ócio e 1,2% para deslocamento. No tratamento SS, o pastejo ocorreu em 50,3% do tempo, 6,2% do tempo foi gasto com ruminação, 41,7% em ócio e 1,7% com deslocamento.

Com a análise destas freqüências (Tabela 3, 5 e 10) nota-se a interferência da disponibilidade de sombra e do tipo de sombra na distribuição das atividades e postura ao longo do dia. Os animais que tiveram acesso à sombra natural sem restrição de espaço e com ótima ventilação devido às altas copas das árvores gastaram menos tempo em ruminação e ócio e mais tempo com o pastejo, por isso o maior tempo em pé. Provavelmente o tempo sob a sombra foi suficiente para a manutenção da temperatura corporal durante as horas mais quentes do dia e com isso pastaram mais com o dia claro. Houve diferença estatística entre os três tratamentos ( $P < 0,01$ ) para todas as atividades analisadas.

No geral todos os membros ocupam-se com a mesma atividade ao mesmo tempo, o que pode ser exemplificado pela Figura 14, onde todos os animais pastavam ao mesmo tempo na mesma região do piquete. Esta afirmação é confirmada por Paranhos da Costa (2000), que diz que os bovinos são animais gregários, ou seja, vivem em grupo, e embora a vida em grupo traga uma série de vantagens adaptativas (como a defesa contra predadores) ela também traz o aumento na competição por recursos, principalmente quando escassos. Estes

recursos podem ser o alimento ou a sombra, mostrando a necessidade de espaço adequado de sombreamento de acordo com o número de animais alocados nas pastagens.

Através das observações de mudanças no comportamento ingestivo e de ruminação em relação aos animais com e sem acesso à sombra do presente trabalho, as consistentes reduções na temperatura corporal e frequência respiratória em bovinos com acesso à sombra (VALTORTA et al., 1997; PAUL et al., 1999), e as diferenças significativas em ganho de peso principalmente no verão, em animais que tiveram acesso a sombra, quando comparados àqueles que permaneceram sob radiação solar direta (PEREIRA et al., 1998; MITLOHNER et al., 2001; KUCSEVA et al., 2004; BROWN-BRANDL et al., 2005), podemos afirmar que o uso de sombra é imprescindível para o melhor desempenho animal.

## 4.2 Teste de Tolerância ao calor

### 4.2.1 Variáveis climáticas

A Tabela 11 mostra as variáveis climáticas médias para os 3 dias em que foi aplicado o teste de tolerância ao calor na raça Simental.

Tabela 11 - Médias das variáveis climáticas nos dias do teste de tolerância ao calor, das 11 às 15 horas.

Variáveis	Média	Máxima	Mínima
Temperatura do ar (t°C)	32,4	35,0	29,0
TGNsb (t°C)	35,1	38,2	31,0
TGNsol (t°C)	47,4	52,0	44,8
Umidade relativa (%)	41,0	53,0	29,0
Velocidade do ar	1	1	1
Nebulosidade	1	1	1
ITGU	83	84,2	78

TGNsb: temperatura de globo negro à sombra; TGNsol: temperatura de globo negro ao sol; ITGU: Índice de temperatura de globo negro e umidade.

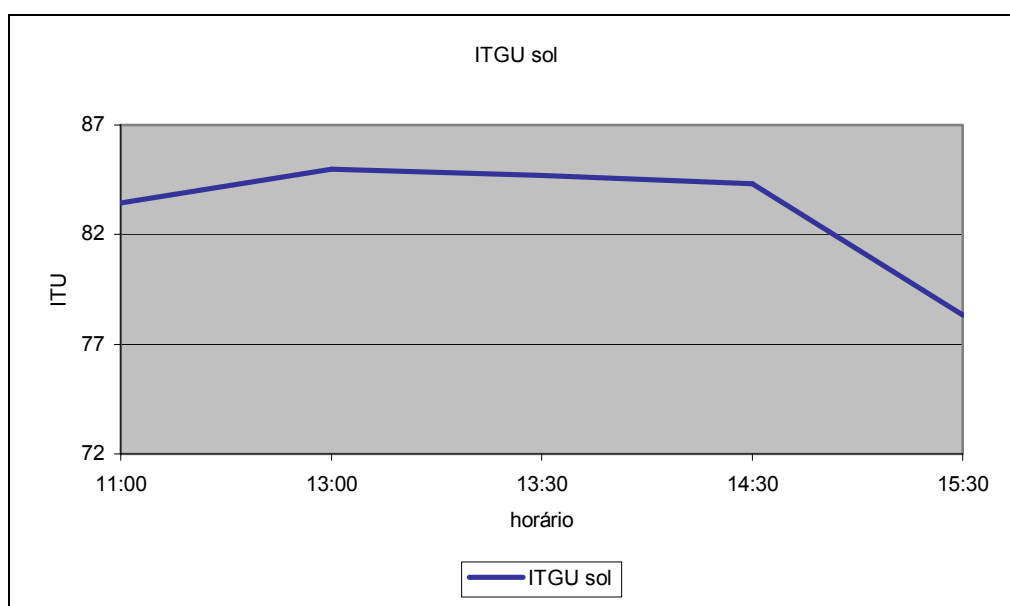


Figura 21 – Evolução horária média do ITGU ao sol e sombra para os dias do teste de tolerância ao calor da raça Simental.

Ao se analisar as variáveis climáticas da Tabela 11, pode se afirmar que os dias utilizados para o teste de tolerância ao calor foram típicos de verão, com altas temperaturas de globo negro ao sol e à sombra (47,4°C, 35,1°C respectivamente), baixa umidade relativa do ar (média de 41%), velocidade do ar mínima e céu aberto e sem nuvens. O ITGU variou de 78 a 84,2, dentro da categoria “perigo”, quando medidas de segurança devem ser empregadas para evitar perdas desastrosas com o rebanho (ROSENBERG et al., 1983).

Os três dias utilizados tiveram a mesma variação climática ( $P > 0,01$ ). Neste caso, foi realizada a média dos índices de tolerância ao calor das três coletas, com possível comparação com outros experimentos realizados nas mesmas condições.

#### 4.2.2 Índices de tolerância ao calor

Tabela 12 - Índice de tolerância ao calor para bovinos da raça Simental.

Animal	ITC médio
S1	9,37
S2	9,03
S3	9,30
S4	9,30
S5	9,47
S6	9,57
S7	9,20
S8	9,40
Média geral	9,33

Os dados de ITC encontrados na Tabela 12 mostram a variabilidade entre os indivíduos, com mínimo de 9,03, máximo de 9,57 e média de 9,33. Estes valores estão de acordo com Titto, C.G. et al. (2006) onde os valores de ITC encontrados para a raça Simental foram de 9,06, 9,54 e 9,34 respectivamente para índices mínimo, máximo e médio.

Titto et al. (1999) também realizaram o teste de tolerância ao calor com a raça Simental, encontrando valores menores de ITC (8,67 mínimo, 8,92 máximo, 8,78 médio).

Os animais do presente experimento mesmo sendo touros adultos com mais de 80 meses e habituados ao manejo à pasto mostraram ter uma dificuldade em eliminar o calor excedente, com a necessidade do provimento de sombra para o conforto térmico durante as horas mais quentes do dia.

A ativação dos mecanismos de dissipação de calor, que tendem a desencadear respostas mais lentas nos animais de menor superfície corporal relativa à massa, com a demora na queda da temperatura interna após a colocação dos animais na sombra (PEREIRA, 2004).

O Teste de Tolerância ao Calor é bastante adequado para a avaliação da resistência ao calor, representada pela termólise rápida e efetiva, com a vantagem de ser exequível na própria fazenda, em curto período, com baixo custo. Essa via de fluxo de calor, evidenciada pela metodologia do Teste de Baccari Jr. (1986), é corroborada pelas conclusões de Lee (1954) e Pereira (2004), quando se referem ao conceito fundamental de tolerância ao calor, seja sob o ponto de vista de simples resistência ao calor, como também sob o foco da capacidade de eliminar o calor excedente.

Também foi realizada correlação de Spearman e Pearson para determinar a possível relação entre o ITC individual e a busca pela sombra na raça Simental, como mostram as Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 – Correlação de Pearson entre ITC e posição ao sol

	<b>itc</b>	<b>psolm</b>	<b>psol_pm</b>	<b>pred</b>
<b>itc</b>	1.00000	0.61613	0.62271	0.59030
		0.1038	0.0991	0.1234
<b>psol</b>	0.61613	1.00000	0.99228	0.99599
	0.1038		<.0001	<.0001
<b>psol_pm</b>	0.62271	0.99228	1.00000	0.99748
	0.0991	<.0001		<.0001
<b>pred</b>	0.59030	0.99599	0.99748	1.00000
	0.1234	<.0001	<.0001	

psol: posição ao sol observada; psol\_pm: posição ao sol linear predita; pred: posição ao sol predita

Tabela 14 – Correlação de Spearman entre ITC e posição ao sol

	<b>itc</b>	<b>psolm</b>	<b>psol_pm</b>	<b>pred</b>
<b>itc</b>	1.00000	0.64672	0.64672	0.64672
		0.0831	0.0831	0.0831
<b>psol</b>	0.64672	1.00000	1.00000	1.00000
	0.0831		<.0001	<.0001
<b>psol_pm</b>	0.64672	1.00000	1.00000	1.00000
	0.0831	<.0001		<.0001
<b>pred</b>	0.64672	1.00000	1.00000	1.00000
	0.0831	<.0001	<.0001	

psol: posição ao sol observada; psol\_pm: posição ao sol linear predita; posição ao sol predita

Através das Tabelas 13 e 14 verificou-se a relação entre um maior índice de tolerância ao calor e a menor permanência sob a sombra, com correlação média-alta entre as duas características, entre 0,61 ( $P>0,1$ ) e 0,64 ( $P>0,08$ ) para a posição ao sol observada e entre 0,62 ( $P>0,09$ ) e 0,64 ( $P>0,08$ ) para a relação com a posição ao sol predita. Apesar disto, a análise não pode ser considerada significativa pelo número pequeno de animais utilizados no experimento.

Pode-se afirmar, através dos dados obtidos, que provavelmente o animal com maior ITC é mais tolerante ao calor e permanece mais tempo ao sol. Em estudo com a raça Angus, de sangue europeu, normalmente menos tolerante ao calor e com animais cruzados  $\frac{1}{2}$  Angus e  $\frac{1}{2}$  Brahman, mais tolerantes devido ao cruzamento com sangue zebuino, notou-se diferença entre o uso da sombra em dias de sol e sem vento, com 46% e 10% de permanência sob a sombra respectivamente para a raça pura e o cruzamento (FINDLAY, 1950), o que também se confirma ao observarmos os dados apresentados por Titto, C.G. et al. (2006), que relatam ITC médio de 9,52 para a raça Angus e 9,70 para animais com sangue zebuino.

Para as outras atividades comportamentais não foi realizada a relação com o ITC, devido ao baixo número de animais utilizados, o que inviabiliza uma análise estatística confiável.

## **5. Conclusões**

O presente trabalho permite concluir que:

- a sombra natural parece ser mais eficiente que a sombra artificial;
- o comportamento de pastejo, ruminação e ócio é alterado pela presença de sombreamento na pastagem, e pelo tipo de sombra, possivelmente para melhor.

## **6. Implicações**

- há necessidade de mais estudos sobre a relação da tolerância ao calor e a busca por sombra em bovinos de corte.

- a variação individual do índice de tolerância ao calor indica que, após a formação de um banco de dados mais consistente, poderá essa característica servir para seleção de animais mais preparados para as regiões tropicais.



## 7. Referências

ABLAS, D. S. **Comportamentos de búfalos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil**. 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

AGUIAR, I.S. **Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural**. 1999, 69p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

ALBRIGHT, J.L.; ALLISTON, C.W. Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. **J. Anim. Sci.**, n. 32, p. 566-577, 1972.

ALVIM, M.J.; PAUCIULLO, D.S.C.; CARVALHO, M.M. et al., **Sistemas de Produção**, n.7, versão eletrônica, dez 2005. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteRecriadeNovilhas/index.htm>. Acesso em: nov/2006.

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

BACCARI, F. Jr. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 136-161.

BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001.

BACCARI JR., F.; FRÉ, C. A.; ASSIS, R. S.; GARCIA, E. A. Valores fisiológicos da temperatura retal em vacas holandesas em clima tropical de altitude. In: ENCONTRO DE PESQUISAS VETERINÁRIAS, 1., 1984, Londrina. **Anais...** Londrina, 1984. p. 15-22.

BACCARI JR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C.A.; ASSIS, P.S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos. Correlação com ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande:SBZ, 1986. p.316.

BACCARI JR., F.; MACHADO, M. A.; MARÇAL, W. S.; LIBONI, M.; FELIPETTO, L. Heat tolerance and growth rate of young buffalo bulls. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998. Goiânia. **Anais...** Goiânia:SBBiomet, 1998. p. 349-353.

BIANCA, W. Thermoregulation. In: HAFEZ, E. S. E. **Adaptación de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973. p. 97-118.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.285-295, 1994.

BOND, T.E. KELLY C.F. MORRISON, S.R. PEREIRA, N. Solar atmospheric, and terrestrial radiation received by shaded and unshaded animals. **Transactions of the American Society Agricultural Engineers**, v.10, p.622-627, 1967.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v.142, p.524-526, 1986.

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.; EIGENBERG, R.A; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: analyses of indicators. **Biosystems Engineering**, v.90, n.4, p.451-462, 2005.

BUCKLIN, R. A.; BRAY, D. R. The american experience in dairy management in warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 156-174.

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.)**, 1981. p. 711-714.

CLARK, J.A. **Environmental Aspects of Housing for Animal Production**. London:Butterworths, 1981.

COSTA E SILVA, E.V. RUSSI, L.S. Ambiente e reprodução de bovinos de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., Campo Grande. **Anais...**Campo Grande:UEMS, 2005. CD-ROM.

CURTIS, S. E.; HOUP, K. A. Animal ethology: its emergence in animal science, **J. Anim. Sci.**, v. 57, p. 234-247, 1983.

DALY, J.J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.110, n. 1, p. 21-24, 1984.

DOWLING, D.F. An experimental study of the heat tolerance of cattle. **Aust. J. Agric. Res.**, v.7, p.469-481, 1956.

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, 1984. p. 89-105.

FINDLAY, J. D. The effects of temperature, humidity, air movement and solar radiation on the behaviour and physiology of cattle and other farm animals. **The Hannah Dairy Research Institute**, p. 8-21, 47-90, 145-162, 1950.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**, 3. ed. London: Baillière Tindall, 1997.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão**. 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

GEBREMEDHIN, K. G. Heat exchange between livestock and the environment. In: YOUSEF, M. K. (Ed.). **Stress physiology in livestock**, v. 1, p. 15-33, 1985.

GUYTON A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973.

HAHN, G.L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal Animal Science**, n.77, p.10-20, 1999.

HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1., 1995, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: SBBiomet, 1995.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman: Scientific & Technical, 1990. p. 1-5, 25-37, 121-133.

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.

JACOBSEN, K. L. The well-being of dairy cows in hot and humid climates. II. Reducing stress. **Compendium of Continues Education in Practical Veterinary**, v.18, p.242-254, 1996.

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.

KUCSEVA, C.D.; BALBUENA, O.; STAHRINGER, R. SLANAC, A.L. Efecto de la provision de sombra o su falta sobre el confort en terneros destetados precozmente. **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas**, v.25, p.123-129, 2004.

LCI. **Patterns of transist losses**. Livestock Conservation, Incorporated, Ohama, Nebraska. 1970.

LEE, D. H. K. **Tolerancia de los animales domesticos al calor**. [S.I.]: FAO, 1954. p.104-109.

MARAI, I.F.M.; HABEEB, A.A.M. Adaptability of *Bos taurus* cattle under hot arid conditions. **Annals of Arid Zone**, v. 37, n. 3, p. 253-281, 1998.

MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. Pirassununga, 2002, 67p. *Dissertação* (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2002.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. Cambridge -UK: Cambridge University Press, 1986.

MCDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. 1a.ed., Ed. Acribia, Zaragoza, 1975.

MCFARLAND, D. **Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution**, 3. ed. [S.I.]: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.

MITLÖHNER, F.M.; MORROW, J.L.; DAILEY, J.W.; WILSON, S.C.; GALYEAN, M.L.; MILLER, M.F.; McGLONE, J.J. Shade and water misting effects on behaviour, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p.2327-2335, 2001.

MOURA, D.J.; NÃÃS, I.A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 22, 1993, Lavras. **Anais...** Lavras, 1993. v.1, p. 42-46.

NÃÃS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989.

NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized Linear Models, **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General), v. 135, n. 3, p.370-384, 1972.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. Descrição pedológica do Estado de São Paulo. **Bol. Tec. Inst. Agron.**, Campinas/SP, n.98, p.7-114, 1984.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; CROMBERG, V. U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 14., 1997, **Anais...** p. 273-283.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, 2000.

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. Intake of pastures by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. **Feeding livestock on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p. 55-64.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X.; VINHA, R.J.; MONK, P.L. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1408-1418, 2003.

PAUL, R.M.; TURNER, L.W.; LARSON, B.L. Effects of shade on tympanic temperatures and production parameters of grazing beef cows. **ASAE Paper**, n.99, p.4216, 1999.

PEREIRA, A.F.; ALVES, A.; MIRA, M.; ROQUETE, C.; TITTO, E.A.L.; BACCARI JR, F. Influência da existência de sombra no comportamento e desempenho produtivo de bezerros da raça Limousin em confinamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia:SBBiomet, 1998.

PEREIRA, A.F. **Adaptação ao ambiente geofísico mediterrâneo de bovinos nativos e exóticos – tolerância ao calor**. 2004. 183p. Tese (Doutorado) – Área de Ciências Agrárias, Universidade de Évora, Évora, 2004.

RAUSCHENBACH, J.O.; YEROKHIN, P.I. **Quantitative estimation of heat tolerance in animals**. 1. ed., Nauka: Novosibirsk, 1975.

RHOAD, A.O. The Iberia heat tolerance test for cattle. **Trop. Agric.**, v.21, p.162-164, 1944.

RIEMERSCHMID, G. The amount of solar radiation and its absorption on the hairy coat of cattle under South African in European conditions. **Journal South African veterinary Association**, v.14, p.121-141, 1943.

ROSENBERG, I.J.; BIAD, B.L.; VERNIS, S.B. Human and animal biometeorology. In: **Microclimate, the biological environment**. NewYork: Wiley-Interscience Publication, 1983.

SANTOS, R. **Os cruzamentos na pecuária moderna**. [S.I.]: Editora Agropecuária Tropical, 1999.

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livestock Prod. Sci.**, v.30, p.175-194, 1992.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Prod. Sci.**, v.67, p.1-18, 2000.

SILVA, R.G. **Bioclimatologia e melhoramento do gado leiteiro**. Gado Holandês, ano. 53, n.148, p.5-12, 1988.

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

TAYLOR, R.E.; FIELD, T.D. **Scientific Farm Animal Production**. Prentice Hall: New Jersey, 1998.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57-59, 1959.

TITTO, C.G.; TITTO, E.A.L.; VIEIRA, R.V; GLASER, F.D.; TITTO, R.M.; ABLAS, D.S.; PEREIRA, A.M.F.; CUNHA LEME, T.M.; GATTO, E.G.; RAINERI, C. Tolerância ao calor em bovinos de corte de raças européias utilizadas em cruzamento industrial no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., 2006, Rib. Preto – SP. **Anais...** Ribeirão Preto: SBBiomet, 2006. CD-ROM.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de leite em clima quente**, Piracicaba: FEALQ, 1998. p.10-23.

TITTO, E.A.L.; VELLOSO, L.; ZANETTI, M.A.; CRESTA, A.; TOLEDO, L.R.A.; MARTINS, J.H. Heat tolerance test in Zebu/Nelore and Marchigiana young bulls. In: INTERNATIONAL ITALIAN BEEF CATTLE CONTEST, 1., 1994, Perugia-Itália. **Proceedings...**, Perugia: ANABIC, 1994. p.232-235.

TITTO, E.A.L.; VELLOSO, L.; ZANETTI, M.A.; CRESTA, A.; TOLEDO, L.R.A.; MARTINS, J.H. Teste de tolerância ao calor em novilhos Nelore e Marchigiana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Portugal, v. 5, n. 1, p. 67-70, 1998.

TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; PASSINI, R.; BALIEIRO NETO, G.; FAGUNDES, A.C.A.; LIMA, C.G.; GUIMARÃES, C.M.C.; ABLAS, D.S. Estudo da tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 9., 1999, Porto – Portugal. **Anais...** Porto: APEZ, 1999. p.142.

TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; TITTO, C.G.; TITTO, R.M.; LEME, T.M.C. Ambiência na bovinocultura. Semana de Zootecnia, 20., 2006, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: LABE/FZEA/USP, 2006. CD-ROM.

VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E.; Gallardo, M.R. Evaluation of different shades to improbé dairy cattle web-being in Argentina. **International Journal Biometeorology**, n.41, p.65-67, 1997.

YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock: basic principles**. v. 1. Boca Raton: CRC Press, 1985.