

CAMILA PELLIZZONI

HIERARQUIA SOCIAL E USO DE SOMBRA POR VACAS  
LEITEIRAS: IMPACTO NOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E  
COMPORTAMENTAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas,  
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas,  
Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal de  
Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos P. Machado Filho  
Co-orientadora: Profa. Dra. Maria José Hötzel

FLORIANÓPOLIS  
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

P391h Pellizzoni, Camila  
Hierarquia social e uso de sombra por vacas leiteiras  
[dissertação] : impacto nos parâmetros fisiológicos e  
comportamentais / Camila Pellizzoni ; orientador, Luiz Carlos  
Pinheiro Machado Filho. - Florianópolis, SC, 2011.  
75 p.: grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de  
Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Inclui referências

1. Agroecossistemas. 2. Bovino de leite. 3. Vaca -  
Comportamento. 4. Árvores sombreadoras. I. Machado  
Filho, Luiz Carlos Pinheiro. II. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Agroecossistemas. III. Título.

CDU 631

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

CAMILA PELLIZZONI

### **HIERARQUIA SOCIAL E USO DE SOMBRA POR VACAS LEITEIRAS: IMPACTO NOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS**

Dissertação aprovada em 31/08/2011, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho  
Orientador

#### **BANCA EXAMINADORA:**

---

Presidente - Prof. Dr. Luiz Carlos  
Pinheiro Machado Filho (UFSC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniele Cristina  
da Silva Kazama (UFSC)

---

Dr<sup>ª</sup>. Rosângela Poletto Cattani  
(UFSC)

---

Prof. Dr. Sérgio Augusto  
Ferreira de Quadros (UFSC)

Florianópolis, 31 de agosto de 2011.



*Ao meu companheiro, amor e amigo  
Luiz Eduardo pelos bons conselhos,  
confiança e carinho e ao nosso filho  
João Gabriel pelo o amor e a  
alegria que traz consigo.*



## AGRADECIMENTOS

Quero prestar meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma maneira contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Aldo e Elizabeth, pelo o apoio, incentivo e amor, e ao meu querido irmão e compadre Leandro, pela força, amizade e frequente presença na minha vida. À Lívia pela cooperação.

Ao meu marido Luiz Eduardo que foi um grande e presente companheiro na realização deste projeto. E ao nosso tesouro, João Gabriel, pela paciência e pelo incentivo que me proporcionava a cada nova descoberta sua.

À minha amiga D. Ivete pelo exemplo, carinho e apoio e a comadre Fernanda pelas correções e amizade.

Aos meus orientadores Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho e Maria José Hötzel pelos ensinamentos e compreensão.

O meu agradecimento especial as pessoas que participaram da execução do experimento: Lizzy, Tais, Santuza e Rockleson, vocês foram essenciais.

A todos os integrantes do Leta e aos colegas de turma do PGA pelos bons momentos compartilhados.

À Janete pela competência, presteza e atenção.

Ao PRPG pelo o fornecimento da bolsa APG no início do mestrado. E a CAPES pela bolsa que tornou possível a realização desta pesquisa.

Ao Instituto Federal de Camboriú (IFC), pela oportunidade de realização do experimento. Ao Professor Daniel Cazale e alunos estagiários pela atenção e colaboração.

À minha querida amiga Cláudia Ravazzoli pela confiança e amizade.

Aos Professores Daniela Kazama, Sérgio Quadros e Rosângela Poletto Cattani pela cooperação e correções construtivas.

À Deus, por me dar força para buscar meus objetivos!!



## RESUMO

As interações entre comportamento social e recursos ambientais, tais como a sombra, podem influenciar o bem-estar e o desempenho de vacas leiteiras criadas a pasto. Quando os recursos são limitados, a competição pode levar à exclusão de alguns animais, sendo que a qualidade do recurso em disputa também pode afetar a intensidade da competição. Para testar esses aspectos, foi realizado um estudo com objetivo de avaliar a influência da hierarquia social no uso de sombras de diferentes tipos e densidades, e, também, verificar as consequências no comportamento e fisiologia das vacas. Foram utilizadas 18 vacas das raças: Holandês, Jersey e mestiças, separadas em quatro grupos de 4 ou 5 animais, balanceados por tipo racial, idade e peso. O desenho experimental utilizado foi o quadrado latino, com quatro tratamentos envolvendo dois tipos de material sombreante e duas áreas de sombreamento: Sombrite 6 m<sup>2</sup> (S6), Sombrite 18 m<sup>2</sup> (S18), Telha 6 m<sup>2</sup> (T6) e Telha 18 m<sup>2</sup> (T18). Os grupos foram observados simultaneamente por 4 observadores, durante 12 dias para cada tratamento, no período das 10 às 15 h. A cada 5 minutos, os comportamentos das vacas foram registrados como instantâneos e as interações agonísticas foram anotadas como eventos toda vez que ocorriam. As medidas de frequência respiratória (FR) e temperatura de pelame (TP) foram coletadas 3 vezes ao dia. A temperatura retal (TR) foi coletada durante as ordenhas matutinas e vespertinas. Os resultados foram submetidos à análise de variância. A FR foi maior no tratamento S6 ( $P < 0,01$ ). As vacas ruminaram mais nos tratamentos T6 e T18 ( $P < 0,05$ ) e as vacas dominantes e intermediárias permaneceram em ócio por mais tempo do que as subordinadas ( $P < 0,01$ ). Não houve diferença no tempo de uso da sombra em ambos os tratamentos T6 e T18 por vacas dominantes (84%; 87%) e subordinadas (75%; 81%), respectivamente. Já em ambos os tratamentos S6 e S18, as vacas subordinadas ficaram menor tempo na sombra (50%; 45%) do que as dominantes (89%; 87%) e intermediárias (69%; 82%), respectivamente. No entanto, ocorreu maior incidência de interações agressivas nos tratamentos S6 e T6. Conclui-se que há efeito da posição hierárquica no uso da sombra em vacas leiteiras, mas esse efeito depende da forma e da qualidade com a qual foi disponibilizado o recurso. O tratamento T18 proporcionou maior tempo de uso simultâneo e menor competições entre as vacas.

**PALAVRAS CHAVE:** bem-estar animal, hierarquia social, sombreamento, vaca leiteira

## ABSTRACT

Interactions between social behavior and environmental resources, such as shade, can influence the welfare and performance of dairy cows raised on pasture. In situations where resources are limited, competition can lead to some animals being excluded from access to these resources. The quality of the resource in dispute may also affect the intensity of the competition. To test these aspects, a study was conducted to evaluate the influence of social hierarchy on the use of shade under different types and densities and to examine its consequences on behavior and physiology of cows. A total of 18 cows were used from the following breeds: Holstein, Jersey and crossbred, separated into four groups, balanced by breed, age, and weight. Latin square was used as the experimental design, with four treatments, involving two types of shading material and two areas of shade: 6m<sup>2</sup> polypropylene screen (S6), 18m<sup>2</sup> polypropylene screen (S18), 6m<sup>2</sup> Tile (T6) and 18m<sup>2</sup> Tile (T18). The groups were observed simultaneously by four observers, for 12 days for each treatment, from 10:00 to 15:00. Every five minutes, the behaviors of the cows were recorded as snapshots, and agonistic interactions, whenever occurred, were recorded as events. The measurements of respiratory rate (RR) and coat temperature (TC) were collected three times a day, and rectal temperature (RT) was assessed during the morning and evening milkings. The results were submitted to an analysis of variance. The RR was higher in the S6 treatment ( $P<0.01$ ). Cows ruminated more in the T6 and T18 treatments ( $P<0.05$ ). Dominant and intermediate-ranking cows stayed idle longer than subordinates ( $P<0.01$ ). While there was no difference in the use of shade in the T6 and T18 treatments for dominant (84%; 87%) and subordinate (75%; 81%) cows, respectively; in the S6 and S18 treatments, subordinate cows spent less time in the shade (50%; 45%) than dominant (89%; 87%) and intermediate-ranking (69%; 82%) ones. There was, however, a higher incidence of aggressive interactions in the S6 and T6 treatments. We conclude that there is an effect of social rank on shade use, but this effect is dependent on the quality and form the resource is made available. In T18, longer simultaneous usage of shade by the cows, and lower competition, were observed.

**KEYWORDS:** animal welfare, social hierarchy, shade, dairy cow.



**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1** - Características dos grupos de vacas de acordo com a raça, idade e peso 37
- Tabela 2** - Caracterização meteorológica dos períodos experimentais para a cidade de Itajaí (SC) 42
- Tabela 3** - Hierarquia social dos grupos de bovinos leiteiros 44
- Tabela 4** - Interação entre hierarquia social e tratamento (P = 0,09). Tempo de uso da sombra expresso em porcentagem em 6 horas de observações 45
- Tabela 5** - Porcentagem de tempo que as vacas se dedicavam aos comportamentos Pastando, Andando, Bebendo, Outros, em 6 horas de observações diárias 49
- Tabela 6** - Efeito dos tratamentos de sombra na frequência respiratória (mov. /min.) das vacas em dois horário de mensuração diários, às 13 h e 15 h 52
- Tabela 7** - Efeito dos tratamentos de sombra na temperatura de pelame (°C) das vacas em dois horários de mensuração diária, às 13 h e 15 h 53



**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1** - Esquema do campo experimental, localização das sombras e bebedouros 39
- Figura 2** - Valores dos totais de interações agressivas (sol e sombra) em cada tratamento testado em 6 horas de observações 48
- Figura 3** - Valores médios de tempo (minutos/6 horas de observações) que os animais passaram ruminando em cada tratamento testado 50
- Figura 4** - Tempo (minutos /6 horas de observações) que os animais permaneceram em ócio em relação à hierarquia social 51
- Figura 5** - Valores diários do Índice de Temperatura e Umidade calculado nos períodos 1, 2, 3 e 4 do experimento em que: Entre 74 e 78: **alerta** ; entre 78 e 84: **perigo**; e acima de 84: **emergência** 56
- Figura 6** - (ANEXO) Tratamento S6 (sombrite, 6 m<sup>2</sup>), animais na sombra e ao redor dela 72
- Figura 7** - (ANEXO) Tratamento S18 (sombrite, 18m<sup>2</sup>), animais na sombra 73
- Figura 8** - (ANEXO) Tratamento T6 (telha, 6m<sup>2</sup>), animais na sombra 74
- Figura 9** - (ANEXO) Tratamento T18 (telha, 18m<sup>2</sup>) animais na sombra e ao redor dela 75



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>21</b>
2.1. COMPORTAMENTO SOCIAL DOS BOVINOS	21
2.2. BEM-ESTAR ANIMAL E ESTRESSE TÉRMICO	22
2.3. CLIMA E ZONA DE CONFORTO TÉRMICO	27
2.4. MANEJO AMBIENTAL	31
2.4.1. Sombreamento natural	32
2.4.2. Sombreamento artificial	33
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>36</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>37</b>
4.1. LOCAL	37
4.2. CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DOS ANIMAIS	37
4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	38
4.4. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	39
4.5. OBSERVAÇÃO DAS VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS	40
4.6. HIERARQUIA SOCIAL	40
4.7. VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS	41
4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>44</b>
5.1. USO DA SOMBRA E HIERARQUIA SOCIAL	44
5.2. OUTROS COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	48
5.3. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	51
5.3.1. Frequência Respiratória	51
5.3.2. Temperatura de Pelame	53
5.3.3. Temperatura Retal	54
5.4. DADOS METEOROLÓGICOS	55
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>57</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>72</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos etológicos permitem compreender melhor como ocorrem as interações dos animais em seu ambiente de criação. Estes conhecimentos são de suma importância, uma vez que está sob controle humano a disposição da maioria dos recursos necessários para manter o bem-estar dos animais. O ser humano atua através de diversas formas, determinando o tipo de sistema adotado para a criação, definindo as instalações e infra-estruturas e acesso aos abrigos, selecionando as características físicas desejáveis, a forma de reprodução e o manejo alimentar dos animais.

Os animais gregários têm seus comportamentos influenciados pela facilitação social (PHILLIPS, 1993). Suas estratégias comportamentais variam conforme as situações sociais, sendo equivocado assumir que todos os indivíduos do grupo vão reagir igualmente a um estímulo do ambiente.

Alguns elementos de ordem social interferem na vida dos animais em grupos e dentre esses fatores o mais importante é a hierarquia social. Os bovinos vivem em grupo e a hierarquia existente nos rebanhos organiza o uso dos recursos disponíveis no ambiente. A dominância social pode regular o acesso a esses recursos principalmente quando sua oferta é limitada, podendo haver um aumento na competição sob essas circunstâncias. Por isso a importância de conhecer o comportamento social dos bovinos, para que possam ser minimizados os efeitos negativos da competição.

Os bovinos pastam em grupo, seguindo ritmos circadianos, concentrando dois grandes pastoreios, ao amanhecer e ao entardecer, com pequenos ciclos durante o dia e um ciclo no meio da noite (HAFEZ e BOUISSOU, 1975). Quando não estão pastando, permanecem a grande parte do tempo em abrigos ou em áreas localizadas ao redor do local de beber (CASSINI e HERMITTE, 1992), evidenciando a importância destes recursos para os animais. Uma maneira simples de se obter uma melhor resposta produtiva e proporcionar bem-estar aos animais é através do correto fornecimento dos recursos e manejos das instalações fundamentadas para atender suas reais necessidades, o qual é suplementado pelo conhecimento do comportamento da espécie.

A criação animal pode sofrer influências que são inerentes ao próprio animal ou de fatores ambientais. Os bovinos criados no pasto interagem constante e diretamente com o meio onde vivem, estando

sujeitos aos fatores climáticos existentes que interferem no seu bem-estar e produtividade. Quando a temperatura média anual excede a temperatura de conforto para a produção de bovinos leiteiros (de 4 a 24 ° C, NÃÃS, 1989), tornam-se necessárias medidas para amenizar a situação de desconforto térmico. Uma modificação ambiental simples é o fornecimento de sombra (natural ou artificial), aliviando, assim o risco de estresse térmico acometendo as vacas.

Buscando entender como a hierarquia social das vacas leiteiras influencia no uso do sombreamento, as hipóteses desse trabalho são:

1. A ordem hierárquica influencia no uso da sombra;
2. Vacas dominantes permanecem mais tempo na sombra;
3. Animais subordinados estariam sujeitos a maior estresse calórico, indicado por suas respostas fisiológicas;
4. A sombra sólida e com maior área por animal é mais efetiva em mitigar os efeitos do calor e da radiação solar nas alterações fisiológicas, comportamentais para vacas leiteiras.

O presente trabalho está estruturado, inicialmente, com uma revisão bibliográfica que reúne as principais referências relacionadas aos assuntos: comportamento social de bovinos, bem-estar animal e estresse térmico e manejo ambiental. Na sequência, é apresentada a metodologia utilizada no experimento realizado. No capítulo seguinte, são apresentados os resultados e discussão e, por fim, as conclusões da pesquisa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. COMPORTAMENTO SOCIAL DOS BOVINOS

O comportamento animal é o efeito da relação que se estabelece entre o próprio animal e o seu ambiente (FRASER, 1980) e pode ser estudado através de descrições de padrões comportamentais. Nos animais gregários, os indivíduos são influenciados pela presença de outros no grupo. O comportamento social acontece sempre que dois ou mais animais interagem (FRASER et al., 1998).

O padrão de relações individuais observáveis numa população em uma determinada época pode ser definido como organização social. Essa não é uma característica fixa, típica da espécie, mas sim um padrão flexível de relações individuais que resulta da interação entre comportamento social, o ambiente e a história da espécie (DEAG, 1981).

Bovinos são animais gregários, que vivem em grupos e sincronizam suas atividades. Acredita-se que, antes da domesticação, eles pastavam em grupos unissexuais, na forma de unidades matriarcais derivadas das associações de fêmeas e suas crias, e de grupos de machos solteiros, que se juntavam na estação da reprodução (PHILLIPS, 1993). O tamanho do grupo era determinado pelo balanço entre a redução ao risco de predação e o aumento da competição pelos recursos, particularmente alimento e acasalamento. A vida em grupo oferecia proteção contra os predadores, mas também implicava em maior competição por recursos.

Nos sistemas produtivos atuais, os bovinos são mantidos em grupos de mesma idade e sexo, às vezes em grupos de números significativos, o que dificulta o reconhecimento individual. As crias são separadas de suas mães precocemente e os touros permanecem isolados do grupo a maior parte do tempo, só interagindo na época da reprodução quando não são substituídos pela inseminação artificial.

Apesar dessas condições, o gado se organiza socialmente, mas essas mudanças na estrutura social podem alterar alguns comportamentos e aumentar a tensão do grupo, gerando estresse que compromete a eficiência produtiva e diminui o bem-estar do rebanho.

Os animais que vivem socialmente estabelecem uma ordem de dominância através das interações agonísticas (ou agressivas) entre eles. Essas interações podem influenciar no acesso do rebanho aos recursos

disponíveis, tais como comida, água, sombra e proteção. O animal que ocupa o topo da hierarquia social é chamado de dominante, enquanto aquele que ocupa uma posição inferior é denominado subordinado. Bouissou et al. (2001) sugerem que a posição social normalmente é determinada pela combinação peso, tamanho, idade, tempo do animal no rebanho, experiências prévias, presença de chifres e temperamento do animal.

A hierarquia tende a ser linear em grupos pequenos, quando os membros do grupo podem se reconhecer individualmente. Mas, no caso de grandes rebanhos, a hierarquia se torna mais complexa, podendo haver subordinações triangulares, retangulares ou a combinação de ambos, ou pode ser separada em série de hierarquias menores (HAFEZ e BOUISSON, 1975).

A formação de lotes e mistura de animais desconhecidos são práticas comuns em sistemas de produção de gado, tanto de leite como de corte. Com isso, observa-se um aumento das interações agressivas durante as horas subsequentes à introdução de novos animais ao grupo (BOUISSOU et al., 2001). O animal recém introduzido no grupo precisa medir forças até se posicionar na escala social. Introduzir vacas estranhas a um rebanho estável, ou seja, com hierarquia já pré-estabelecida, afeta o ganho médio de peso, não só para os animais novatos, mas para todo o rebanho (NAKANISHI et al., 1991).

Na pecuária leiteira, é comum reagrupar as vacas durante a lactação de acordo com os rendimentos de leite, acreditando-se que esse manejo não costuma afetar negativamente a produção. No entanto, uma redução na produção de leite após o reagrupamento tem sido relatada por Hasegawa et al. (1997) .

O estabelecimento da hierarquia entre os animais mais jovens depende de experiências prévias do animal e do seu contexto social. As habilidades sociais necessárias para a obtenção de um grau hierárquico elevado precisam ser aprendidas e isso normalmente ocorre ainda quando bezerros pelo convívio social. Broom e Leaver (1978) relataram que os animais criados em isolamento espacial são normalmente dominados pelos animais criados em grupos, enfatizando a importância do convívio em grupo.

Os animais dominantes possuem vantagens quando os alimentos são escassos. Albright (1993) verificou que animais dominantes passam mais tempo comendo do que vacas com *status* de dominância inferior. As relações sociais também influenciam as posições no comedouros

quando há suplementação alimentar e animais subordinados tiveram menos acesso ao comedouro (MANSON e APPLEBY, 1990). Em outro estudo, foi observado que vacas dominantes consumiram mais água e feno e produziram mais leite do que vacas submissas (ANDERSON e LINDGREN, 1987).

Bovinos em pastejo utilizam a sua posição dominante mesmo quando a forragem disponível é *ad libitum*; uma vez que há uma maior diversidade, os indivíduos dominantes, que têm prioridade de acesso aos alimentos, pastam a forragem de melhor qualidade nutricional (BARROSO et al., 2000).

Hötzel et al. (2000) relataram que vacas leiteiras com restrição de acesso à água tiveram um aumento no número de interações agonísticas dentro do grupo, e os animais dominantes passavam mais tempo próximo do bebedouro após consumirem água, aparentemente impedindo o acesso das vacas subordinadas ao recurso.

Em outro trabalho com vacas em regime de restrição hídrica de até 50% do consumo voluntário, também foi relatado um aumento nos níveis de agressão do grupo, além de redução na produção leiteira, perda de peso, diminuição no consumo voluntário de alimentos e as vacas passaram muito tempo em pé nos arredores do bebedouro vazio (BURGOS et al., 2001).

O uso do espaço também pode ser afetado pela posição social: animais de alta hierarquia têm prioridade para escolher os melhores abrigos. Em alguns casos, os animais subordinados não podem nem entrar no abrigo se um animal dominante estiver obstruindo o caminho ou permanecer no abrigo. Isto é agravado na pecuária intensiva, pelo fato de o espaço fornecido ser limitado, havendo poucas chances para o animal subordinado evitar confrontos com os indivíduos dominantes, o que pode ser uma causa de estresse.

Shutz et al. (2010) comparando dois tamanhos de área de sombra para vacas (2,4 m<sup>2</sup>/vaca e 9,6 m<sup>2</sup>/vaca) encontraram maior (70 %) incidência de interações agressivas na área menor. Isso sugere que, com espaço maior, as vacas são capazes de compartilhar o recurso ao invés de competir por ele.

Segundo Phillips (2002), a manutenção do espaço individual é um dos principais símbolos de *status* para o gado. Os bovinos, por viverem em grupo, mantêm uma zona individual que é a distância mínima tolerada pelo indivíduo em relação aos demais membros do grupo. Eles fazem um grande esforço para manter as distâncias seguras

entre os indivíduos, tanto em situações de pastoreio quanto em alojamentos (PHILLIPS, 1993).

Os animais estabelecem uma área de segurança individual, denominada zona de fuga que é a distância mínima de aproximação de um estranho, de um dominante ou de um predador, antes da fuga. Essa distância de fuga é determinada pelo ambiente, o tipo de gado e sua posição na ordem hierárquica. O gado de corte tem uma maior distância de fuga do que o gado leiteiro, inclusive no mesmo ambiente, demonstrando que a distância de fuga menor foi selecionada durante a evolução doméstica do gado leiteiro (PHILLIPS, 2002).

As vacas dominantes tendem a guardar uma maior distância de fuga dos humanos, enquanto que as vacas subordinadas têm mais medo de outras vacas (YUNES, 2001; BEILHARZ e MYLREA, 1963). Isso ocorre, provavelmente, por que as vacas dominantes vêem o humano como alguém acima da sua posição social, ou seja, como uma ameaça a sua dominância. Já as vacas subordinadas estão habituadas a estarem numa posição social baixa, teriam mais medo à ameaça que as vacas dominantes lhes oferecem (YUNES, 2001; BEILHARZ e MYLREA, 1963).

A percepção espacial de um animal é influenciada por fatores ambientais e fatores fisiológicos. A qualidade e a necessidade do espaço disponível são afetadas por fatores de ambiência, tais como a iluminação, tamanho dos abrigos, características do pavimento, o número e o tipo de comedouros e bebedouros (POTTER e BROOM, 1987).

A dominância social pode ser uma variável comportamental que tem influência na produção, então se torna importante que o dimensionamento e planejamento dos abrigos (como sombra) e locais de alimentação e água para os animais sejam feitos de modo a facilitar o acesso dos animais de posições inferiores, assim diminuindo a incidência de interações agressivas e melhorando o bem-estar.

## 2.2. BEM-ESTAR ANIMAL E ESTRESSE TÉRMICO

A pressão da sociedade é crescente contra métodos produtivos que não respeitam o bem-estar animal. O aumento da preocupação com o bem-estar animal, por parte dos consumidores, tem impulsionado mudanças qualitativas desses sistemas de criação que não supriam necessidades básicas dos animais (DUNCAN, 2006).

O bem-estar de um indivíduo tem sido definido como o seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se às condições do ambiente, para a manutenção da homeostase (BROOM, 1986). Segundo Broom e Molento (2004), uma forma de colocar em prática esse conceito é focar o grau de dificuldade que um animal demonstra na sua interação com o ambiente. As ferramentas das quais o animal dispõe para contornar inadequações presentes em seu meio ambiente são utilizadas mais intensamente à medida que aumenta o grau de dificuldade encontrado.

O bem-estar é um estado mensurável através de indicadores e seu estado pode variar dentro da escala de muito bom a muito ruim (BROOM, 1986). Alguns sinais de bem-estar precário são evidenciados por indicadores fisiológicos, tais como alterações nas frequências cardíacas e/ou respiratórias, na atividade adrenal e em respostas imunológicas reduzidas. Outra forma de mensuração de bem-estar é o comportamento, de importância tal qual a fisiológica para o estudo do bem-estar. Comportamentos anormais, tais como estereotípias, automutilação, bicar de penas em aves, canibalismo em suínos ou comportamento excessivamente agressivo indicam que o animal encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar (BROOM e MOLENTO, 2004).

O ambiente que propicia condições de bem-estar deve permitir o animal satisfazer suas necessidades por recursos e executar suas ações, cuja função resulte num objetivo (BROOM, 1997). Alguns autores utilizam as cinco liberdades mínimas<sup>1</sup> dos animais para medir a qualidade de bem-estar animal de um sistema. As cinco liberdades segundo Farm Animal Welfare Council (1993) são: 1. Livre de fome e sede; 2. Livre de desconforto; 3. Livre de dor, ferimentos e doenças; 4. Livre para expressar seu comportamento natural; 5. Livre de medo e estresse.

Para assegurar que os animais mantenham suas atividades num contexto social equilibrado, recursos como forragem, água, suplementos e abrigos, precisam ser disponibilizados de forma a atender as necessidades de todos do rebanho. Assim, o espaço que os animais

---

<sup>1</sup> As Cinco Liberdades da FAWC têm origem nas Cinco Liberdades do Relatório Brambell (1965): 1. Virar-se; 2. Levantar-se; 3. Deitar-se; 4. Cuidar-se corporalmente; 5. Estirar os membros.

dispõem para ter acesso a esses recursos é algo que também precisa ser considerado.

A observação do comportamento é a forma mais adequada para obter esta resposta, pois a necessidade pelo recurso e o seu uso pelos animais é circunstancial, dependendo das condições ambientais, dos animais e das estratégias de manejo (BLACHSHAW e BLACKSHAW, 1994; TITTO et al., 1998).

Baccari (2001) sugere que há uma vulnerabilidade dos animais às condições meteorológicas, uma vez que, ao serem deslocados para um ambiente diferente do original ou postos frente a mudanças no mesmo ambiente. As mudanças climáticas fazem com que ocorram alterações no mecanismo de adaptação fisiológicas a fim de manter a homeostase.

O estresse caracteriza-se pela soma de mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente estressor externo e/ou interno, para manter o equilíbrio fisiológico (HANH, 1999), ocasionando respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas (BACCARI, 1998).

Os agentes estressores podem ser de origem mecânica (traumatismo, cirúrgicos, contenção); físicos (ruídos, eletricidades); químicos (drogas); biológicos (nutrição, agentes infecciosos); psicológicos (manejo); sociais (hierarquia) e climáticos (temperatura do ar, umidade relativa, radiação, vento; BACCARI, 2001).

Elementos ambientais tais como temperatura, umidade, radiação solar e suas combinações são causadores diretos de estresse térmico e que podem afetar o crescimento, a produção, a reprodução e o bem-estar dos bovinos leiteiros. A resposta dos animais a um estressor compreende três componentes principais: 1) o reconhecimento da ameaça à homeostase ou ao bem-estar, 2) a resposta, 3) as consequências do estresse (MOBERG, 2000). Fatores como experiência anterior, idade, genética, sexo ou condições fisiológicas podem ser moderadores das respostas biológicas de um animal frente a um agente estressor (MOBERG, 2000).

Hahn (1999) sugere que a intensidade e duração do agente estressor atuantes sobre um animal irão desencadear alterações fisiológicas, imunológicas e comportamentais à agressão do organismo em sua totalidade. O êxito das respostas de adaptação permite que a função normal continue. Porém, quando certos limites são ultrapassados, a função é prejudicada, afetando a sanidade e o desempenho produtivo e reprodutivo.

O estímulo do estresse térmico inicia respostas no cérebro em conexão com o hipotálamo. Há a ativação do eixo Hipotálamo-hipófise-Adrenal (HHA), com a secreção de hormônio liberador de corticotropina (CRH) pelo hipotálamo, no núcleo paraventricular, e hormônio antidiurético (ADH) (com a função de reter água) que potencializa ainda mais a ação de CRH, provoca subsequente secreção de hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) pela hipófise, o qual, através da circulação sanguínea, estimula o córtex adrenal a liberar glicorticóides, destacando-se o cortisol. Os glicorticóides são importantes mediadores do metabolismo, exercendo um papel importante na neoglicogênese hepática, convertendo aminoácidos em carboidrato e promovendo lipólise. Todos esses processos que carregam e disponibilizam substratos energéticos para o estresse. Há também a atrofia do sistema timolinfático, causando queda de linfócitos e anticorpos, reduzindo a imunocapacidade do organismo (MOBERG, 2000).

Paralelamente, o ACTH secretado pela hipófise também provoca a secreção de catecolaminas pela medula adrenal e pelos terminais nervosos simpáticos, tais como a adrenalina e a noradrenalina. A estimulação do sistema catecolaminérgico causa o aumento da frequência respiratória, batimentos cardíacos e perfusão sanguínea (MOBERG, 2000).

Vacas leiteiras sob estresse térmico reduzem a ingestão de alimentos e aumentam o consumo de água. Além disso, podem ocorrer modificações na taxa metabólica e requerimentos de manutenção, aumento na perda de água por evaporação, aumento na taxa respiratória, mudanças na concentração hormonal sanguínea e aumento na temperatura corporal (ARMSTRONG, 1994).

De acordo com Baccari (2001), como reação à resposta comportamental, verifica-se que os bovinos procuram sombra nas horas mais quentes do dia, durante o verão, como tentativa de amenizar os efeitos do estresse térmico causado pela radiação solar. Também é observado um aumento no número de visitas ao bebedouro e, quando há disponibilidade de lagoa, os animais tendem a permanecer em pé na água para facilitar a perda de calor por condução (PIRES et al., 1998).

### 2.3. CLIMA E ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

O clima é o conjunto de condições meteorológicas (temperatura, pressão, ventos, umidade e chuvas) características do estado médio da

atmosfera em um ponto da superfície terrestre (FERREIRA, 1995); sendo formado por fatores e elementos climáticos que são produzidos e alterados por diversos eventos meteorológicos, geográficos e astronômicos (BACCARI, 2001).

Segundo Nienaber et al.(1999), o monitoramento das condições climáticas tem papel fundamental na gestão da pecuária, tanto em climas quentes como em climas frios. Pois, a sazonalidade do clima influencia a quantidade e qualidade das pastagens disponíveis aos animais. As condições climáticas também podem favorecer o aumento da população de parasitos influenciando a sanidade do rebanho.

Segundo Titto (1998), em termos de condições ambientais, o Brasil possui cerca de dois terços de seu território situados na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, consequência da elevada radiação solar incidente. A temperatura média do ar no Brasil situa em geral acima dos 20 °C, sendo que a máxima, nas horas mais quentes do dia, apresenta-se acima de 30 °C na maior parte do ano, muitas vezes atingindo a faixa entre 35 e 38 °C.

Os bovinos criados no pasto interagem constante e diretamente com o meio onde vivem, estando sujeitos a estes fatores climáticos, constituindo um dos elementos que interferem no seu bem-estar e produtividade. Segundo Silanikove (2000), a radiação solar (direta e indireta), a elevada temperatura e umidade ambiental são os mais importantes fatores causadores de estresse para os animais criados a campo.

Os ruminantes são animais classificados como homeotermos, ou seja, apresentam funções fisiológicas que se destinam a manter a temperatura corporal constante. Esta manutenção da homeotermia feita por trocas de calor com o meio é proporcionada pela ação dos mecanismos fisiológicos, comportamentais e metabólicos (LEME et al., 2005).

Segundo Yousef (1985) os animais estarão dentro de uma faixa de temperatura chamada de Zona Termoneutra (ZT) quando estiverem mobilizando seus recursos termorreguladores para se ajustarem às condições do meio sem sofrer estresse pelo frio ou calor. Porém, existe a zona de conforto térmico (ZCT) que é uma faixa ótima de temperatura contida na ZT, cujo custo fisiológico é mínimo. A ZCT corresponde a uma faixa de temperatura onde o animal tem melhores condições ambientais para seu desempenho e saúde (HAHN, 1999).

Baccari et al. (1997) ressaltam que dentro da ZCT, o animal

mantém uma variação normal de temperatura corporal e de frequência respiratória, o apetite é normal e a produção é ótima. Yousef e Johnson (1985), afirmam que a ZCT varia com o estado fisiológico e as condições ambientais às quais estão sujeitos os bovinos leiteiros. Desta forma, um animal jovem não apresenta a mesma faixa de temperatura de conforto que um animal adulto ou em produção.

Os animais possuem mecanismos básicos para perder ou absorver calor do ambiente externo, esses são condução, convecção, radiação e evaporação.

A condução consiste na troca de energia térmica de uma partícula a outra como consequência de um gradiente de temperatura (MCDOWELL,1972). Na convecção, a perda de calor acontece como resultado da circulação do sangue aquecido vindo do interior do corpo para os tecidos mais frios da superfície, potencializada principalmente pela passagem de ar frio através da pelagem do animal (MCDOWELL,1972).

A radiação pode ser definida como a transferência de energia de um corpo a outro através de ondas eletromagnéticas (NÃÃS, 1989). Essa via é mais importante para aquisição de calor que propriamente para a perda de calor (BACCARI JUNIOR, 2001).

Quando um animal se encontra em um ambiente térmico estressante, à medida que a temperatura corporal deste se aproxima da do ambiente, as trocas de calor sensível deixam de ser efetivas no balanço homeotérmico, pois o gradiente da temperatura torna-se pequeno, reduzindo sua eficácia, havendo a necessidade de utilização das trocas de calor de forma evaporativo (BAÊTE E SOUZA, 1997).

A evaporação ocorre durante a respiração e transpiração da pele e é bastante influenciada pela umidade do ar. Quando a temperatura do ar excede a temperatura do corpo do animal, o calor é perdido apenas pela evaporação. Porém, se a umidade também estiver alta, diminuirá a perda evaporativa por transpiração e aumentará a perda pela respiração (JOHNSON, 1980).

Silva et al. (2006) constataram que em vacas holandesas manejadas em ambiente tropical, a evaporação torna-se o principal mecanismo termolítico. Nota-se que quando a temperatura do ar se eleva acima de 30 °C, e com baixa umidade relativa do ar, a evaporação pode ser responsável por até cerca de 80% do fluxo do calor latente.

Existe uma grande variação na literatura sobre a temperatura crítica superior e inferior recomendadas para os bovinos, pois o conforto

térmico também depende da umidade relativa do ar, da adaptação do animal ao meio e de seu nível metabólico, que passa pelo plano nutricional e estágio de produção (TITTO, 1998).

Nããs (1989) sugere a faixa de 13 a 18 °C como confortável para a maioria dos ruminantes. Ainda segundo essa autora, para vacas em lactação, a recomendação de temperaturas estão entre 4 e 24 °C, podendo-se restringir essa faixa aos limites de 7 e 21 °C, em razão da umidade relativa e da radiação solar (NÃÃS, 1989). Carvalho et al. (2003) consideram a zona de conforto térmico para bovinos leiteiros *Bos taurus* de -1 °C e 21 °C, e mencionam ainda que, entre 24 e 26 °C para raça holandês e entre 27 e 29 °C para Jersey são temperaturas críticas sob as quais há a diminuição do consumo de alimentos e a produção de leite

A velocidade do vento, a radiação solar e a umidade relativa do ar podem alterar a zona de conforto térmico (JOHNSON, 1987). Assim, acima da temperatura crítica superior, uma maior velocidade do vento vai estender essa zona e o aumento da radiação solar e da umidade baixam a temperatura crítica superior. Da mesma forma, a temperatura crítica inferior pode ser alterada.

A zona de termoneutralidade e a zona de conforto térmico são ferramentas adequadas para o monitoramento do conforto térmico do rebanho, porém utiliza-se apenas a temperatura do ar como referência. Atualmente, alguns índices estão sendo considerados para estabelecer limites de condições ambientais ideais. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), e a Carga Térmica de Radiação (CTR) são calculados recorrendo-se a outros fatores climáticos além da temperatura do ar, como: radiação, umidade do ar, ventos e outros (SILVA, 2008).

Segundo Silva (2000), o ambiente possui uma influência importante nos processos evaporativos e na fisiologia do animal. Em um ambiente quente e muito seco, a evaporação ocorre rapidamente, causando irritação cutânea e desidratação geral. Já em ambiente quente e muito úmido, a evaporação se processa lentamente, prejudicando a termólise e aumentando o estresse térmico.

Uma característica que está relacionada à adaptação ao meio é o pelame do animal, que atua como fronteira entre o animal e o ambiente físico circundante e interfere na resposta dos animais ao ambiente (BIANCHINI et al., 2006). O pelame escuro apresenta maior absorção e menor reflexão da radiação térmica, resultando em maior estresse

térmico para os animais. Entretanto, os pelames claros apresentam maior penetração da radiação solar que os escuros. A pele é responsável pela termorregulação, defesa, percepção e proteção. Os bovinos de raças tropicais tendem a apresentar a epiderme altamente pigmentada, em combinação com pelame branco ou claro. Isso é uma consequência da seleção natural, que visa a proteger os tecidos profundos da ação da radiação ultravioleta (SILVA et al., 2003).

A quantidade de radiação transmitida através da capa de pelame depende não somente da cor, mas em alto grau de sua estrutura física, principalmente do número de pêlos por unidade de área (SILVA, 2003). Quanto menor o número de pêlos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa e remove o ar aprisionado entre os pêlos, o que favorece a transferência térmica (GEBREMEDHIN et al., 1997).

A glândula apócrina está relacionada com o número de pêlos, de forma que contando o número de pêlos temos o número de glândulas sudoríparas (MÜLLER, 1989). A densidade de glândulas sudoríparas e taxa de sudação variam conforme os indivíduos, suas raças e espécies. Assim, o Zebu, possuindo maior quantidade de glândulas sudoríparas, tem maior capacidade de eliminar o suor do que os *Bos taurus*, e, conseqüentemente, tem maior capacidade de adaptação ao calor (BIANCHINI et al., 2006). Os zebuínos apresentam metabolismo mais baixo do que os apresentados pelos das raças européias. Assim, numa situação de estresse calórico, os zebuínos podem sustentar seus níveis metabólicos sem queda no consumo de oxigênio, até temperaturas mais elevadas que as dos europeus (SILVA, 1999).

A espessura da pele influencia na dissipação do calor corporal: animais com pele fina têm mais facilidade em perder calor. A espessura da pele é geneticamente determinada e difere entre espécies, raças e indivíduos. Porém, a espessura e as características de pelame podem sofrer mudanças em decorrência da aclimação dos animais a condições ambientais como temperatura e fotoperíodo (SILVA, 2008). Bovinos apresentam pele mais fina e pêlos menores, com maior espessura no verão, já no inverno pele se torna mais espessa e com pêlos maiores (PINHEIRO & SILVA, 2000; FERREIRA et al., 2009).

#### 2.4. MANEJO AMBIENTAL

Os efeitos do calor na produtividade e no bem-estar do gado de leite podem diminuir quando é escolhida uma raça que seja

geneticamente adaptada ao ambiente local. Outra estratégia adotada para reduzir o estresse térmico, principalmente quando se trabalha com animais de genética oriunda de clima temperado, é a modificação do ambiente no qual esses animais se encontram.

Nãas (1998) destaca a necessidade de se ter instalações adaptadas, com características construtivas que garantam o máximo possível de conforto, permitindo ao animal abrigado desenvolver todo seu potencial genético. As instalações e abrigos devem ser planejados e construídos com a finalidade principal de diminuir a ação direta do clima (insolação, temperatura, ventos, chuva, umidade do ar), que pode agir negativamente no desempenho dos animais (SEVEGNANI et al., 1994).

Existem diferentes alternativas de modificações do ambiente físico destinadas a reduzir o impacto térmico sobre esses animais, através do dimensionamento e posicionamento correto e ventilação natural (BAÊTA e SOUZA, 1997); mas, quando essas não são suficientes, deve-se fazer uso de ventilação mecânica ou de sistemas de resfriamento evaporativo (PERISSINOTTO, 2006). Proporcionar piscinas ou lagoas também é uma opção para o animal se refrescar.

No entanto, é preciso considerar o impacto das tecnologias escolhidas sobre as condições ambientais, o recurso financeiro disponível e a relação custo-benefício da tecnologia utilizada. Uma modificação simples, em termos de manejo ambiental, é a provisão de sombra, natural ou artificial, aliviando, assim, os bovinos do estresse pelo calor e auxiliando na dissipação de calor corporal.

#### 2.4.1. Sombreamento natural

O uso do sombreamento natural pode ser considerado uma excelente fonte de sombra. As árvores, além de fornecerem aos animais condições ideais, colocam-se como uma alternativa ecologicamente correta e também economicamente viável.

Normalmente, os animais preferem a sombra das árvores às sombras artificiais (BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994). Em um estudo com diferentes tipos de materiais de sombreamento, inclusive o natural, verificou-se que os animais, quando lhes são oferecidas opções de sombra, demonstram preferir o sombreamento natural (GAUGHAN et al., 1998).

Segundo Armstrong (1994), as sombras geradas pelas árvores são as mais eficazes, por combinarem a proteção contra os raios solares,

movimentação do ar e o resfriamento do ar através da transpiração que, ao consumir energia para evaporação, reduz a temperatura.

Townsend et al. (2000), em um estudo comparando animais em pastoreio sem sombra e animais em sistemas silvipastoris, encontraram diferenças significativas nas condições do microclima. Lourenço et al. (2006) apontam que os sistemas agroflorestais melhoram o uso dos recursos naturais, diversificam a produção, proporcionam uma integração entre rebanho e árvores, diminuem os impactos ocasionados pelo desmatamento e favorecem o conforto animal.

De acordo com Tucker et al. (2008), a escolha do melhor tipo de sombra natural (espécies arbóreas) ou artificial (tipos de telhas ou coberturas) é difícil, pois a comparação é limitada pelo pequeno número de materiais que podem ser testados simultaneamente.

#### 2.4.2. Sombreamento artificial

A sombra artificial aparece como uma alternativa para aquelas áreas onde o plantio de árvores é impossibilitado ou enquanto se espera o seu crescimento. Nos sistemas de confinamento e nas áreas de manejo em geral, a sombra artificial é a mais indicada, pois o custo da cobertura é menor e a alta densidade de animais e instalações pode dificultar a arborização (FERREIRA, 2010).

Na disposição de sombras artificiais, quando os animais estão em pastoreio, são recomendadas estruturas portáteis ou permanentes. A cobertura das estruturas portáteis mais utilizada é a tela de polipropileno (sombrite) que oferece proteção à radiação de 30 a 90 %. Para sombreamentos permanentes podem ser usadas cobertura de telha de barro e chapa de alumínio ou galvanizada. Mas deve ser observada a altura do pé direito, a orientação, as aberturas laterais e o tipo de piso da instalação do abrigo.

Os abrigos artificiais não possuem indicação única de construção. É interessante que o produtor aproveite o material disponível na sua propriedade, pois é fundamental que esses abrigos sejam funcionais e de baixo custo.

Em um estudo avaliando diferentes tipos de materiais de cobertura (telhas galvanizadas, fibrocimento, tela de polipropileno) para novilhas, constatou-se que a telha de fibrocimento apresentou melhores resultados fisiológicos e climáticos (CONCEIÇÃO, 2008).

Shutz et al. (2008) investigaram se vacas lactantes têm preferência por sombra que oferece maior proteção contra a radiação solar; em abrigos que bloqueavam 25, 50 ou 99 % da radiação solar observou-se que os animais preferiram as sombras que forneceram maior proteção (50 e 99 %).

Esses abrigos devem oferecer espaço suficiente para alojar todos os animais simultaneamente e que os permita manter distâncias sociais normais quando deitados ou em pé e, como proteção ao calor, permitir o máximo de circulação do ar (ARNOLD e DUDZINSKI, 1998). Shutz et al. (2010) destacam a importância do fornecimento de uma quantidade eficaz de sombra para o gado, pois quando é dado mais espaço, as vacas são capazes de compartilhar o recurso ao invés de competir por ele.

Observa-se que não apenas a sombra artificial é um fator importante na promoção do bem-estar térmico de bovinos leiteiros, mas também o tamanho da área de proteção solar adequada por animal (MELLACE, 2009). Na literatura não há um consenso entre os autores sobre área ideal de sombra para vacas leiteiras.

Blackshaw e Blackshaw (1994) recomendam área de sombreamento de 1,8 a 4,2 m<sup>2</sup> por animal. Já Armstrong (1994) sugere proporcionar de 4,2 a 5,6 m<sup>2</sup> por vaca. Titto et al. (2006) justificam que um espaço de 8 a 10 m<sup>2</sup> por animal permite uma área de fuga, favorece o comportamento social dos animais e não representa custos significativos no sistema de produção.

Em um estudo que comparou diferentes áreas de sombra artificial (1,5, 3, 5 e 8 m<sup>2</sup>/animal) para novilhas leiteiras, concluiu-se que no abrigo com 3 m<sup>2</sup> não houve alteração nas respostas fisiológicas e comportamentais destes animais, sendo esta a medida recomendada (MELLACE, 2009).

Shutz et al. (2010), ao observarem vacas leiteiras que tiveram acesso à sombra artificial com áreas de 2,4 m<sup>2</sup>/vaca, 9,6 m<sup>2</sup>/vaca e sem sombra, verificaram que proporcionando uma maior área de sombra aumentou-se o seu tempo de uso, houve menores quantidades de interações agressivas e permitiu-se a utilização simultânea do recurso, além de redução na frequência respiratória e menor tempo ao redor do cocho.

Mader et al. (1997) demonstraram que os animais com acesso a 3,5 m<sup>2</sup> sombra/animal tiveram maior consumo de ração e menores taxas de respiração do que animais com menos sombra, mas não foi encontrada nenhuma diferença no ganho de peso.

Tucker et al. (2008) também citam os efeitos benéficos da sombra sobre o comportamento e respostas fisiológicas de vacas, destacando que animais que tiveram sombra com maior proteção contra a radiação solar (50% e 99%) apresentaram menor temperatura corporal (37,9 °C e 37,7 °C, respectivamente). Esses resultados demonstram que o grau de proteção contra a radiação solar é uma importante característica do modelo eficaz de sombra para o gado leiteiro.

As vacas com acesso à sombra tiveram menores temperaturas retais e maior produção de leite (BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994). Observa-se também, em dias com temperaturas muito elevadas, o benefício do uso da sombra em resposta à frequência respiratória, obtendo-se uma diminuição desse parâmetro nos animais submetidos à sombra de 31 mov./min. (BROWN-BRANDL et al., 2005).

Conceição et al. (2008) demonstram que animais com pelame escuro são mais beneficiados com o uso de estruturas de sombreamento, devido à maior absorção do pelame escuro (89%) em comparação ao pelame branco (66%). O mesmo foi observado por Hillman et al. (2001), que ao exporem vacas Holandês com pelame negro ao sol, observaram um aumento na temperatura de superfície de 4,8 °C e nas vacas brancas de 0,7 °C.

O controle ambiental torna-se necessário para evitar que os animais apresentem sinais de estresse causados pelos efeitos climáticos. Para animais criados em pastagens nas regiões de clima quente, uma forma econômica e eficaz de proporcionar-lhes bem-estar térmico é a utilização de sombra.

### **3. OBJETIVOS**

Este estudo teve como objetivos:

- Avaliar a influência da hierarquia social no uso da sombra por vacas leiteiras.
- Verificar o efeito do tipo e área de sombra no comportamento e parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras criadas em pastagem.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Camboriú (IFC) na Unidade de Bovinocultura de Leite, na cidade de Camboriú-SC, latitude 27°01'12" S e longitude 48°40'20" O, a uma altitude de 8 m. O clima da região é classificado com Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, ou seja, clima subtropical, constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente.

### 4.2. CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DOS ANIMAIS

Foram utilizadas 18 vacas leiteiras, sendo oito da raça Holandês, sete da raça Jersey e três mestiças (Jersey × Holandês), com idade média de 4,3 anos e peso variando de 290 a 604 Kg. Os animais foram distribuídos em quatro grupos de forma balanceada de acordo com a raça, peso e idade (Tabela 1). Dois grupos tinham cinco animais e dois tinham quatro animais. Os animais foram identificados por uma numeração feita por tinta de bastão atóxica.

**Tabela 1** – Características dos grupos de vacas de acordo com a raça, idade e peso.

Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4		
R	I	P	R	I	P	R	I	P	R	I	P
Jer	6	314,0	Jer	3	290,0	-			Jer	4	322,0
Jer	6	363,0	Jer	6	432,0	Jer	7	407,0	Jer	4	351,0
Hol	3	390,0	Hol	7	470,0	Hol	3	398,0	Hol	3	398,0
Hol	3	604,0	Hol	6	509,0	Hol	6	575,0	Hol	7	529,0
Mest	3	385,0	Mest	3	364,0	Mest	3	390,0	-		

R – raça; I – idade (anos); P – peso (Kg)

(-) Animal excluído do experimento por motivo de manejo do IFC

Os animais eram ordenhados diariamente às 7 h e, logo após, eram conduzidos aos piquetes experimentais em seus respectivos tratamentos. As coletas de dados iniciavam-se às 10 h e terminavam às 16 h, quando os animais eram recolhidos para a ordenha vespertina.

Depois da ordenha da tarde, as vacas eram reconduzidas aos mesmos piquetes.

Os animais eram criados em Pastoreio Racional Voisin, numa pastagem com 30 subdivisões de aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup>. As espécies predominantes na pastagem eram: *Brachiaria radicans* (braquiaria do brejo), *Braquiaria brizantha* (brizantão), *Setaria anceps* (setária), *Arachis pintoii* (amendoim forrageiro), *Trifolium repens* (trevo branco).

A água era fornecida *ad libitum* 24h/dia em bebedouros circulares com capacidade de 500 litros e alimentação permanente. Esse bebedouro ficava localizado fora da sombra para que o uso dessa não fosse influenciado pela busca pela água.

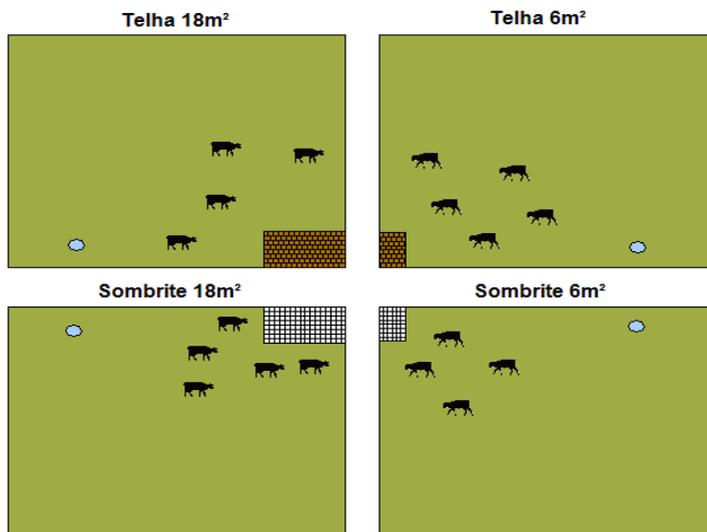
#### 4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O desenho experimental foi um quadrado latino 4 x 4 x 4, com os seguintes tratamentos:

- **S6:** sombra com cobertura de Sombrite® 70% e área de 6 m<sup>2</sup>;
- **S18:** sombra com cobertura de Sombrite® 70% e área de 18 m<sup>2</sup>;
- **T6:** sombra com cobertura de Telha e área de 6 m<sup>2</sup> ;
- **T18:** sombra com cobertura de Telha e área de 18 m<sup>2</sup> ;

As estruturas de sombra tinham todas o pé direito de 2,5 m de altura e a mesma disposição Leste- Oeste.

O experimento foi realizado no verão de 2010. Durante o período experimental, cada grupo ocupou uma parcela por três dias, sendo que no primeiro dia era feita a habituação dos animais ao tratamento e, apenas nos dois últimos dias, eram realizadas as coletas e avaliações de comportamento. Quando não era período experimental, os animais ficavam todos juntos em piquetes extras e na rotina de manejo do IF.



**Figura 1** - Esquema do campo experimental, localização das sombras e bebedouros.

#### 4.4. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Foram avaliadas as seguintes variáveis fisiológicas:

- Frequência respiratória (FR): contagem dos movimentos do flanco por 15 s e posteriormente multiplicada por quatro para se determinar o número de movimentos por minuto.
- Temperatura de pelame (TP): obtida mediante o uso de termômetro infravermelho com mira laser.
- Temperatura retal (TR): obtida com termômetro clínico digital inserido no reto dos animais.

A FR e TP foram registradas às 10h, 13h e 15h no segundo e terceiro dia de cada período, simultaneamente dentro dos piquetes de forma a interferir o mínimo possível nos animais. Já a medida da TR era coletada após ambas as ordenhas matutinas e vespertinas, também no segundo e terceiro dias dos períodos.

#### 4.5. OBSERVAÇÃO DAS VARIÁVEIS COMPORTAMENTAIS

A metodologia empregada foi a de observações visuais diretas, com registros instantâneos em intervalos de cinco minutos (ALTMANN, 1974). Em cada instantâneo eram registrados em uma planilha para rápido preenchimento os seguintes comportamentos, como estados, e de acordo com as seguintes definições que têm sido adotadas pelo Laboratório de Etologia Aplicada - LETA (SILVEIRA, 2002; COIMBRA, 2007; CORDEIRO, 2008; MACHADO, 2009):

- **Pastando:** Animal com a boca próxima ao solo ou apreendendo forragem, podendo mover-se vagarosamente para frente, mas com a boca abaixo ou ao nível superior da pastagem.
- **Ruminando:** Vaca mastigando com movimentos laterais de mandíbula com a cabeça no mesmo nível ou acima do nível de seu corpo, deitada ou em pé.
- **Bebendo:** O animal com beíços submersos na água com movimentos da garganta de ingestão de água.
- **Andando:** Animal se locomovendo, com a cabeça acima do nível superior da pastagem. Deslocamento sem apreensão de alimento nem de mastigação.
- **Em ócio:** O animal à toa, não apresentando nenhum dos comportamentos anteriores, podendo estar em pé ou deitado.
- **Outro:** Qualquer outro comportamento não descrito anteriormente.

As interações agonísticas são as atividades realizadas no contexto de interações agressivas associadas a conflito, luta, disputa ou evitações entre indivíduos (HURNIK et al., 1995; FRASER, 1985). Essas foram registradas como eventos e, ainda, discriminado o local (sol ou sombra) sempre que aconteciam, com anotação do animal instigador e do animal vítima.

As observações foram realizadas em dias sem chuva e, preferencialmente, sem nuvens, uma vez que um dos objetivos era observar a utilização da sombra pelos animais.

#### 4.6. HIERARQUIA SOCIAL

A hierarquia social de cada grupo de animais foi estabelecida com a utilização da matriz sociométrica descrita por Kondo e Hurnik (1990). O cálculo dos escores sociais foi baseado nas interações

agonísticas entre os animais, aos pares, que foram registradas conforme descrito. Matrizes foram elaboradas para cada grupo com o número de vitórias e derrotas de cada animal em relação a cada outro animal do grupo (HURNIK et al, 1995). Os escores sociais atribuídos para cada animal foram classificados em três categorias: dominantes (D), intermediários (I) e subordinados (S).

#### 4.7. VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Foram utilizados os registros da Estação Meteorológica da Epagri - Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, SC, na cidade de Itajaí, que eram coletados diariamente. A Estação fica a 12 Km do local do experimento. Foram registradas como variáveis meteorológicas: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, temperatura bulbo úmido, temperatura bulbo seco, pluviosidade, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

Os valores dos parâmetros meteorológicos que ocorreram no período experimental são apresentados na Tabela 2.

Para a avaliação do nível de conforto dos animais foi calculado o índice de temperatura e umidade – ITU a partir dos valores médios dos períodos experimentais, utilizando a fórmula descrita por Yousef (1987):

$$ITU = TBs + [0,36 Pt(orf)] + 42,2^{\circ}C$$

Na qual,

TBs = Temperatura do bulbo seco em graus Celsius;

Pt(orf) = Ponto do orvalho em graus Celsius;

Para calcular o ponto de orvalho foram utilizadas as seguintes fórmulas, segundo Barenbrug (1974):

$$Pt(orf) = \frac{b \cdot \alpha(T, RH)}{a \cdot \alpha(T, RH)} \quad (1)$$

$$\alpha(T, RH) = \frac{a \cdot T}{b + T} + \ln(RH) \quad (2)$$

T = Temperatura do ar em °C

RH = Umidade relativa do Ar

a= 17,27

b = 237,7 (°C)

Os valores da ITU são classificados segundo Thom (1959), citado

por Brown-Brandl et al. (2005): valores inferiores a 74: **normal** - as condições ambientais são adequadas para a criação de vacas leiteiras; entre 74 e 78: **alerta** - as condições são aceitáveis; entre 78 e 84: **perigo** - está associada a condições ambientais com estresse moderado; e acima de 84: **emergência** – é preciso tomar providências urgentes.

**Tabela 2** – Caracterização meteorológica dos períodos experimentais para a cidade de Itajaí (SC).

Período	Data	Temperatura do ar (°C)			UR (%)	B seco (°C)	B úmido (°C)	Chuva (mm)
		Mínima	Máxima	Média	Média			
1	30/jan	22,0	31,4	26,7	75,5	28,2	24,8	0,7
1	31/jan	23,5	32,4	27,3	77,5	26,6	25,6	2,7
1	01/fev	24,5	32,4	27,5	80,0	25,8	25,0	0,0
2	04/fev	25,0	37,0	29,9	80,0	29,2	28,0	0,3
2	05/fev	24,5	34,6	28,5	84,0	27,8	26,8	0,0
2	06/fev	24,0	34,2	28,5	79,5	28,2	27,2	35,2
3	18/fev	19,0	28,6	24,8	76,5	25,4	22,8	0,0
3	19/fev	20,5	30,8	25,5	79,5	25,2	24,2	0,0
3	20/fev	21,5	32,0	27,1	80,5	27,0	25,8	0,0
4	21/fev	25,0	33,2	28,0	81,0	26,8	25,4	0,0
4	22/fev	22,5	32,8	25,9	87,5	23,8	23,8	9,1
4	23/fev	22,0	32,8	26,7	86,0	26,8	24,6	39,7

UR: umidade relativa do ar, B seco: temperatura média de bulbo seco, B úmido: temperatura média bulbo úmido e Chuva: volume diário de chuva.

FONTE: CIRAM/Epagri, 2011.

#### 4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância (SNEDECOR e COCHRAN, 1989) empregando o F-teste. Para análise das variáveis comportamentais: tempo pastando, tempo ruminando, tempo bebendo, tempo andando e tempo em ócio, foi considerada a média de cada grupo, nos quatro períodos experimentais. Para a análise das variáveis fisiológicas (temperatura retal e frequência respiratória), bem como do efeito da hierarquia social, a vaca foi utilizada

como unidade experimental. Quando analisadas as variáveis fisiológicas, a medida das 10 h de cada animal foi utilizada como co-variável. As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SAS (2002). O modelo estatístico utilizado para a análise do quadrado latino foi:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:  $Y_{ijk}$  é a variável dependente observada, relativa a cada grupo de animais “i”, no período “j”, no tratamento “k”;  $\mu$  é a média geral;  $G_i$  é o efeito dos grupos de animais “i”;  $P_j$  é o efeito do período “j”,  $T_k$  é o efeito do tratamento “k”;  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório (0,  $\sigma^2$ ).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. USO DA SOMBRA E HIERARQUIA SOCIAL

Através do cálculo da matriz sociométrica foi definida a posição hierárquica individual dos animais de cada grupo (Tabela 3).

**Tabela 3** - Hierarquia social dos grupos de bovinos leiteiros.

Grupo	Animal	OH	PH
1	1	-2	Intermediário
1	2	-4	Subordinado
1	3	0	Intermediário
1	4	4	Dominante
1	5	2	Intermediário
2	1	-3	Subordinado
2	2	0	Intermediário
2	3	2	Intermediário
2	4	3	Dominante
2	5	-2	Intermediário
3	2	1	Intermediário
3	3	-3	Subordinado
3	4	2	Dominante
3	5	0	Intermediário
4	1	-4	Subordinado
4	2	-2	Intermediário
4	3	2	Intermediário
4	4	4	Dominante

OH - ordem hierárquica; PH - posição hierárquica

Houve tendência para efeito de interação ( $P=0,09$ ) entre hierarquia social e tratamento, conforme se observa na Tabela 4. Nos tratamentos com S6 e S18, os animais subordinados ficaram menos tempo na sombra do que os dominantes. Entretanto, nos tratamentos T6 e T18 não houve diferença entre os grupos sociais no uso da sombra.

No estudo foi dada apenas a opção para os animais de usar ou não usar a sombra de cada tratamento, não sendo oferecida aos animais a

opção de escolha do tipo de sombra (material de cobertura) ou área de sombra. Entretanto, o fato de não haver diferença no tempo de uso da sombra entre dominantes e subordinados nos tratamentos T6 e T18 indica que os animais se esforçam mais para obter acesso a um recurso melhor. Ou seja, talvez não fosse pertinente enfrentar os dominantes por sombra que não seja muito efetiva, como a sombrite.

**Tabela 4** – Interação entre hierarquia social e tratamento (P = 0,09). Tempo de uso da sombra expresso em porcentagem em 6 horas de observações.

Tratamentos	HS	Tempo %	Erro Padrão
Sombrite 6	Subordinado	50 <sup>a</sup>	± 30,06
Sombrite 6	Intermediário	69 <sup>c</sup>	± 19,08
Sombrite 6	Dominante	89 <sup>b</sup>	± 30,06
Sombrite 18	Subordinado	45 <sup>a</sup>	± 30,06
Sombrite 18	Intermediário	82 <sup>b</sup>	± 19,08
Sombrite 18	Dominante	87 <sup>b</sup>	± 30,06
Telha 6	Subordinado	75	± 30,06
Telha 6	Intermediário	78	± 19,08
Telha 6	Dominante	84	± 30,06
Telha 18	Subordinado	81	± 30,06
Telha 18	Intermediário	84	± 19,08
Telha 18	Dominante	87	± 30,06

Médias com letras diferentes são estatisticamente diferentes no teste-F, P<0,05.

Resultados similares foram encontrados numa situação de restrição de acesso a água, onde vacas secas frequentaram o bebedouro dia sim, dia não, mas vacas em lactação (categoria mais exigente em relação à água e energia) disputaram o bebedouro diariamente, mesmo sendo subordinadas (HÖTZEL et al., 2003). Nessa situação, também houve um esforço maior das vacas subordinadas lactantes para ter acesso ao recurso, ou seja, a água.

Em um trabalho comparando o uso de sombras de telas de polipropileno com diferentes graus de proteção da radiação solar (25%, 50% e 99%) por vacas lactantes com livre escolha entre os abrigos, encontrou-se uma preferência dos animais por sombras mais fechadas. Entretanto, sem diferença entre 50% e 99%, que os animais permaneceram entre 1 e 3 horas por dia (SHUTZ et al., 2008).

Tucker et al. (2008) também não encontraram diferenças significativas no tempo de uso das sombras com proteção da radiação solar 50% e 99%.

Shutz et al. (2010) compararam duas áreas de sombra (2,4 m<sup>2</sup> /vaca e 9,6 m<sup>2</sup> /vaca) e verificaram que as vacas com maior disponibilidade passaram o dobro do tempo (50%) na sombra em comparação com os animais que tiveram acesso (24%) a menor quantidade de sombra. Esses autores, entretanto, não avaliaram o efeito da posição hierárquica da vaca no uso da sombra.

Sherwin e Johnson (1987), verificando em ovelhas a influência dos fatores sociais sobre o uso da sombra, encontraram que dominantes passaram mais tempo na sombra de árvores que ovelhas subordinadas, e observaram maior índice de interações agressivas nas horas mais quentes do dia.

O comportamento social das vacas foi um fator que teve interferência na utilização da sombra com cobertura de sombrite no presente estudo. A hierarquia social dos animais criados em grupo organiza a utilização do recurso (LINDBERG, 2001). Supostamente, o menor uso da sombra pelos animais subordinados nos tratamentos S6 e S18 se deve a esses animais terem atribuído uma menor importância a esse recurso.

Nossos resultados evidenciam que o efeito da hierarquia social no uso do recurso depende da quantidade e da qualidade como é disponibilizado o recurso. O efeito da hierarquia não é o mesmo para todos os recursos, porque alguns animais atribuem mais importância a determinados recursos e passam a lutar mais para ter acesso a eles (DICKSON et al., 1967; PHILLIPS, 2002).

Hötzel et al. (2000), trabalhando com vacas leiteiras e acesso à água restrito a 45 minutos diários durante a ordenha, relatam que houve um aumento no número de interações agonísticas dentro do grupo e uma diminuição do tempo que os animais passaram descansando e ruminando. Também observou-se que vacas dominantes passavam mais tempo perto do bebedouro após beberem água, aparentemente impedindo o acesso das vacas subordinadas ao recurso (HÖTZEL et al., 2000).

Vacas em regime de restrição hídrica de até 50% do consumo voluntário tiveram um aumento nos níveis de agressão do grupo, redução na produção leiteira, perda de peso, diminuição no consumo

voluntário de alimentos e passaram muito tempo em pé ao redor do bebedouro vazio (BURGOS et al., 2001; LITTLE et al., 1980).

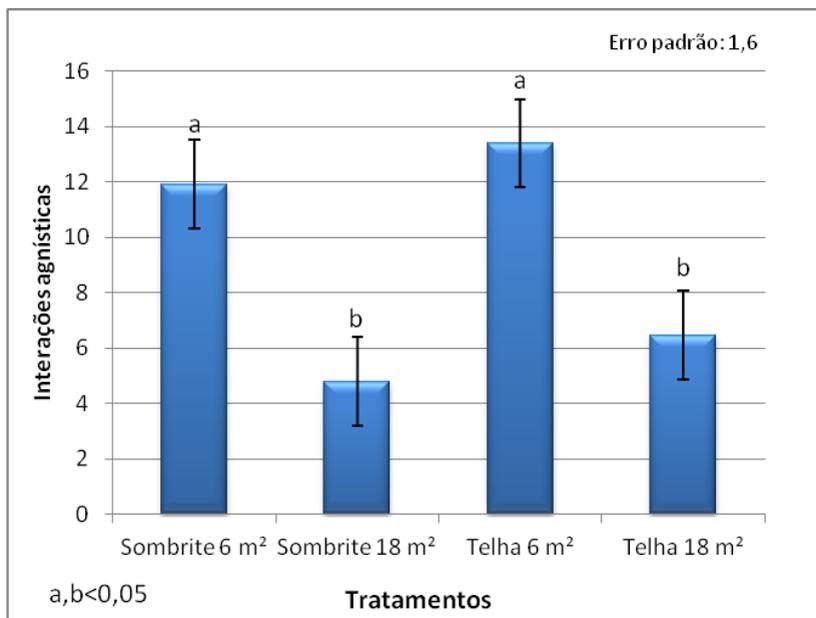
As relações sociais também influenciam as posições no cocho. Quando há suplementação alimentar, animais subordinados tiveram menos acesso ao comedouro (MANSON e APPLEBY, 1990). Bovinos em pastejo utilizam a sua posição dominante mesmo quando a forragem disponível é *ad libitum*, uma vez que os indivíduos dominantes têm prioridade de acesso à forragem de melhor qualidade (BARROSO et al., 2000).

Valores das interações agressivas em cada tratamento testado são mostrados na Figura 2. Houve aproximadamente o dobro de incidência de interações agressivas nos tratamentos com menor área de sombra em relação aos de maior área de sombreamento. Shutz et al. (2010) encontraram maior incidência (70%) de interações agressivas na menor área de sombra por vaca (2,4 m<sup>2</sup>/vaca) em comparação com a área de sombra mais abundante (9,6 m<sup>2</sup>/vaca).

No tratamento T6, houve o uso da sombra simultaneamente pelos animais, porém com maior índice de interações agressivas. Os tratamentos S18 e T18 possibilitaram o uso simultâneo da sombra pelos animais com menor índice de agressões. Com espaço maior, as vacas são capazes de compartilhar o recurso ao invés de competir por ele (SHUTZ et al., 2010).

Resultados semelhantes foram encontrados no acesso e uso de bebedouros (COIMBRA, 2007). Vacas dominantes visitaram mais vezes e beberam mais do que as subordinadas quando o bebedouro era colocado no corredor, mas não houve diferença entre dominantes e subordinadas quando o bebedouro era colocado no piquete.

No presente trabalho, confirmou-se que, com relação ao recurso sombra, a posição social do animal está relacionada à prioridade de uso do recurso. A qualidade da sombra teve influência no seu uso por dominantes e subordinadas, já a quantidade de área ofertada de sombra influenciou na disputa pelo recurso.



**Figura 2** - Valores dos totais de interações agressivas (sol e sombra) em cada tratamento testado em 6 horas de observações.

## 5.2. OUTROS COMPORTAMENTOS OBSERVADOS

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos para os comportamentos pastando, andando, bebendo e outros (Tabela 5).

**Tabela 5** - Porcentagem de tempo que as vacas se dedicavam aos comportamentos Pastando, Andando, Bebendo, Outros, em 6 horas de observações diárias.

	<b>Tratamentos de Sombra*</b>			
	<b>Sombrite 6 m<sup>2</sup></b>	<b>Sombrite 18 m<sup>2</sup></b>	<b>Telha 6 m<sup>2</sup></b>	<b>Telha 18 m<sup>2</sup></b>
<b>Pastando</b>	12 ± 11,5	18 ± 11,5	10 ± 11,5	9,8 ± 1 1,5
<b>Andando</b>	1,3 ± 3,5	2,6 ± 3,5	1,1 ± 3,5	0,9 ± 3,5
<b>Bebendo</b>	0,8 ± 0,9	0,6 ± 0,9	0,3 ± 0,9	0,5 ± 0,9
<b>Outros</b>	0,4 ± 0,7	5,8 ± 2,4	1,9 ± 2,4	1,9 ± 2,4

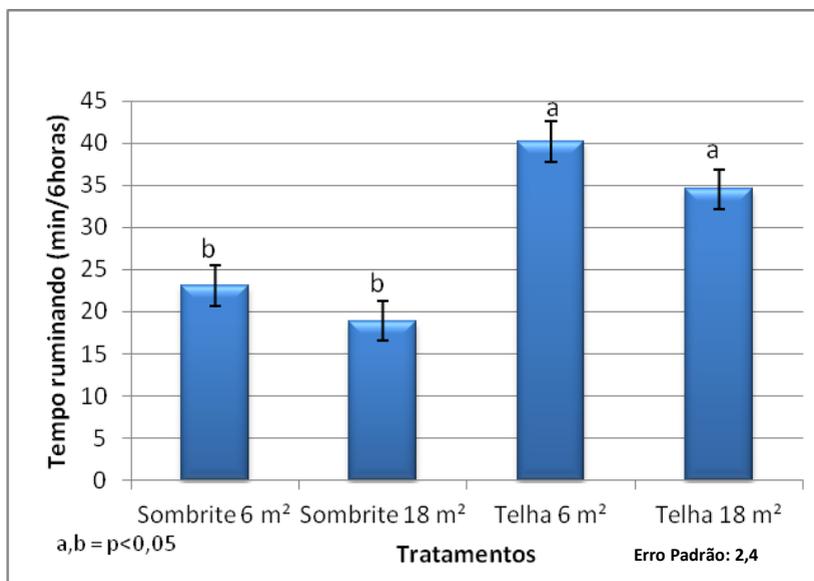
\* Médias ± erro padrão.

Já o tempo de ruminação dos animais foi maior para os tratamentos com cobertura de telha ( $P < 0,0001$ ; Figura 3), porém sem efeito de hierarquia social ( $P > 0,05$ ). Os resultados (Figura 3) mostram que o tipo de sombreamento influenciou no tempo de ruminação dos animais, possivelmente pela cobertura de telha proporcionar melhor conforto térmico para as vacas.

Um dos fatores que pode afetar a atividade de ruminação são as condições climáticas (FRASER e BROOM, 1990), além de fatores como: pânico, dor, doenças (PIRES et al., 2002). Os mesmos autores verificaram que a porcentagem de vacas ruminando é maior no inverno do que no verão.

A ruminação é uma atividade comandada pelo sistema nervoso central e depende da quantidade de alimento presente no rúmen. Porém, é uma atividade que envolve grande produção de calor, e nas horas mais quentes do dia, os animais tendem a reduzi-la para, com isso, diminuir a produção de calor metabólico (CONCEIÇÃO, 2008).

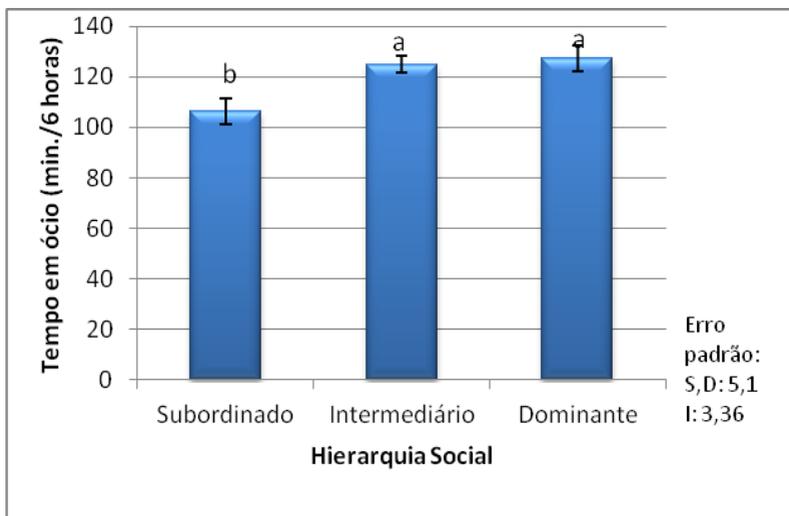
Ferreira (2010), avaliando a influência de diferentes disponibilidades de sombra na respostas comportamentais de bovinos, constatou que o tempo ruminando foi menor quando os animais estavam no tratamento sem sombra (13%). Nos outros tratamentos do estudo (bosque, árvores dispersas e sombra artificial única) não houve diferença no tempo de ruminação (23%).



**Figura 3** - Valores médios de tempo (minutos/6 horas de observações) que os animais passaram ruminando em cada tratamento testado.

A hierarquia social influenciou o tempo que os animais permaneceram em ócio ( $P < 0,01$ ), porém não houve efeito de tratamento ( $P = 0,056$ ). Observa-se que os dominantes e os intermediários, permaneceram um tempo maior em ócio do que os subordinados (Figura 4).

No verão os animais diminuem as atividades relacionadas à alimentação (ingestão e ruminação) e aumentam o ócio na tentativa de reduzir a produção de calor (PIRES, 2008). Isso sugere que é necessário fornecer sombra suficiente para todo o rebanho fazer uso simultâneo do recurso. Com mais espaço, as vacas são capazes de compartilhar o recurso ao invés de competir por ele (SHUTZ et al., 2010).



**Figura 4** - Tempo (minutos /6 horas de observações) que os animais permaneceram em ócio em relação à hierarquia social.  
S: Subordinado; I: Intermediário; D: Dominante.

### 5.3. VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

#### 5.3.1. Frequência respiratória

Na avaliação da frequência respiratória (FR) constatou-se efeito dos tratamentos de sombra ( $P < 0.01$ ). As vacas apresentaram maiores taxas de FR nos tratamentos S6 e S18 em comparação aos tratamentos T6 e T18 (Tabela 6).

É considerada uma faixa normal para vacas leiteiras a FR entre 20 a 60 mov./min. (HALN e MADER et al., 1997), sob estresse moderado 80 a 120 mov./min. Quando ultrapassa de 120 mov./min., pode sinalizar que as vacas estão sob carga excessiva de calor (GAUGHAN et al., 1999). A FR é a primeira alteração fisiológica visível nos animais em situações de estresse térmico.

De acordo com Conceição (2008), os fatores que interferem na FR podem ser divididos em fatores inerentes ao animal e fatores do meio. Fatores dependentes do animal podem ser: a idade, a genética, o peso, o ciclo estral (fêmeas), a sanidade, a nutrição, a aclimação e a hierarquia no rebanho. E os fatores dependentes do meio são: o número de dias com altas temperaturas, a umidade do ar, a radiação solar, a inclinação dos

raios solares, a velocidade do vento, o tipo de vegetação do entorno e o número de animais no rebanho.

**Tabela 6** - Efeito dos tratamentos de sombra na frequência respiratória (mov. /min.) das vacas em dois horário de mensuração diários, às 13 h e 15 h.

Tratamentos	Frequência respiratória (mov. /min.)*	
	13h	15h
Sombrite 6 m <sup>2</sup>	89,29 ± 1,80 <sup>a</sup>	86,61 ± 2,19 <sup>a</sup>
Sombrite 18 m <sup>2</sup>	79,48 ± 1,78 <sup>b</sup>	77,98 ± 2,16 <sup>b</sup>
Telha 6 m <sup>2</sup>	71,29 ± 1,78 <sup>c</sup>	71,50 ± 2,16 <sup>c</sup>
Telha 18 m <sup>2</sup>	74,74 ± 1,80 <sup>bc</sup>	77,25 ± 2,20 <sup>b</sup>

\* Médias ± erro padrão com letras diferentes são estatisticamente diferentes no teste- F, P<0,05.

No presente experimento, o aumento da FR foi mais acentuado no tratamento S6, em que a taxa respiratória indica que os animais estavam sob estresse moderado. O menor tempo de utilização da sombra pelos os animais subordinados (Tabela 4) associado ao clima acarretou numa redução do conforto térmico, observado num aumento no ritmo respiratório.

Shutz et al. (2010) comparando diferentes disponibilidades de sombra (sem sombra, 2,4 m<sup>2</sup> e 9,6 m<sup>2</sup> área/vaca) verificaram que as FR foram maiores quando os animais tinham menos sombra disponíveis (62,6 e 51,0 mov./min., respectivamente).

Em outro estudo, vacas holandesas expostas ao sol e à sombra, foi verificado que os animais mantidos à sombra a FR foi de 38 mov. / min., já os que foram expostos à radiação direta, a FR foi de 68 mov. /min. (SILVA et al., 2008).

Esses resultados indicam que o uso da sombra permite evitar um desconforto térmico dos animais proporcionando melhores condições de bem-estar. Porém, essa redução do calor é apenas eficaz se este recurso for fornecido em quantidade suficiente para a utilização simultânea de todo o rebanho, e com mais proteção contra a radiação solar.

O uso da sombra e a medição da taxa da FR podem ser um método simples e eficaz para selecionar animais tolerantes ao calor nos trópicos.

Ambos são facilmente medidos e se correlacionam melhor com comportamento de termorregulação do que os outros fatores fisiológicos (TR e TP).

### 5.3.2. Temperatura de pelame

O pelame dos bovinos tem influência direta nas trocas térmicas em função da quantidade, comprimento, espessura e inclinação dos pêlos e da pigmentação da epiderme (SILVA, 2000). Os resultados encontrados para a temperatura do pelame (TP) mostraram que houve diferenças ( $P < 0,0005$ ) entre tratamentos (Tabela 7).

**Tabela 7** - Efeito dos tratamentos de sombra na temperatura de pelame ( $^{\circ}\text{C}$ ) das vacas em dois horários de mensuração diária, às 13 h e 15 h.

Tratamentos	Temperatura de pelame ( $^{\circ}\text{C}$ )*	
	13h	15h
Sombrite 6 m <sup>2</sup>	36,03 ± 0,16 <sup>a</sup>	35,65 ± 0,19 <sup>a</sup>
Sombrite 18 m <sup>2</sup>	35,36 ± 0,12 <sup>b</sup>	34,97 ± 0,14 <sup>bc</sup>
Telha 6 m <sup>2</sup>	34,96 ± 0,12 <sup>c</sup>	34,54 ± 0,14 <sup>c</sup>
Telha 18 m <sup>2</sup>	35,59 ± 0,13 <sup>ab</sup>	35,15 ± 0,15 <sup>ab</sup>

\* Médias ± erro padrão com letras diferentes são estatisticamente diferentes no teste- F,  $p < 0,05$ .

A variação da TP nas vacas não foi tão sensível como a variação na FR. Este fato pode ser atribuído por ter animais de raças diferentes (Jersey, Holândês e mestiças) e disparidade na coloração da pelagem dos animais do mesmo grupo. E ainda, por não ter sido discriminado o local (sombra ou sol) que os animais estavam no momento da mensuração dessa medida. Estes fatores provavelmente colaboraram para a grande variação entre os dados coletados no mesmo grupo.

Segundo Silva (2000), a alteração da TP em bovinos pode ocorrer em função da cor, espessura, quantidade dos pêlos, coloração da epiderme, camada de gordura cutânea e também fatores do meio como a radiação solar, a velocidade do vento, a temperatura e a umidade relativa do ar (SILVA, 2000). De acordo com Collier et al. (2006) se a temperatura do pelame for abaixo de 35  $^{\circ}\text{C}$  indica que o animal pode

utilizar efetivamente as quatro vias de troca de calor.

Os valores médios de TP ficaram entre 34,7 °C e 35,8 °C (Tabela 7), o que não caracterizou que os animais estavam em estresse térmico. Martello (2002) encontrou médias de TP em vacas mantidas na sombra entre 31,6 °C e 34,7 °C. Silva et al (2008) encontraram que, na sombra, os animais tiveram TP de 34,9 °C e, ao sol, 39,8 °C. Num estudo com vacas adultas com pelame negro os valores encontrados de TP foi de 37,8 °C (MORAIS et al., 2007). O motivo para valores divergentes encontrados na literatura pode ser a diferença no equipamento utilizado e nos locais de tomada da temperatura.

Das variáveis fisiológicas estudadas, a FR foi a mais interessante para se utilizar, pela facilidade de mensuração, por poder ser feita à distância sem necessidade de contato direto com o animal, e, também, porque apresentou respostas mais imediatas às alterações do ambiente térmico.

A TP poderia ser interessante para testar o efeito do tipo e área de sombreamento na fisiologia de vacas leiteiras, mas para tanto há a necessidade de uniformização das técnicas de coleta de dados. E também, é fundamental anotar precisamente a posição dos animais na hora da coleta dos dados e pontos exatos onde devem ser feita a medida nos animais em função da possível diferença na cor do pelame.

### 5.3.3. Temperatura Retal

As análises mostraram que não houve diferença para temperatura retal ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e nem efeito da hierarquia social. Isto ocorreu, provavelmente, por que a TR foi coletada após as ordenhas que demorava em torno de 40 min. à 1h. A sala de ordenha era arejada e com cobertura de telha o que deve ter colaborado para restabelecer a TR antes da medição. É considerada uma normal para vacas leiteiras a TR de 38,6 °C com variação de 38,0 °C e 39,3 °C (ROBERTSHAW, 2006). Os tratamentos S6 e S18 apresentaram maiores médias de TR (39,9 °C e 39,9 °C) respectivamente. Já T6 apresentou a média de 39,9 °C e T18 a média de 39,8 °C. Percebe-se que mesmo não tendo efeito de tratamento e ter sido retirada após a ordenha esta medida teve média superior que 39,3 °C (limite da faixa considerada normal).

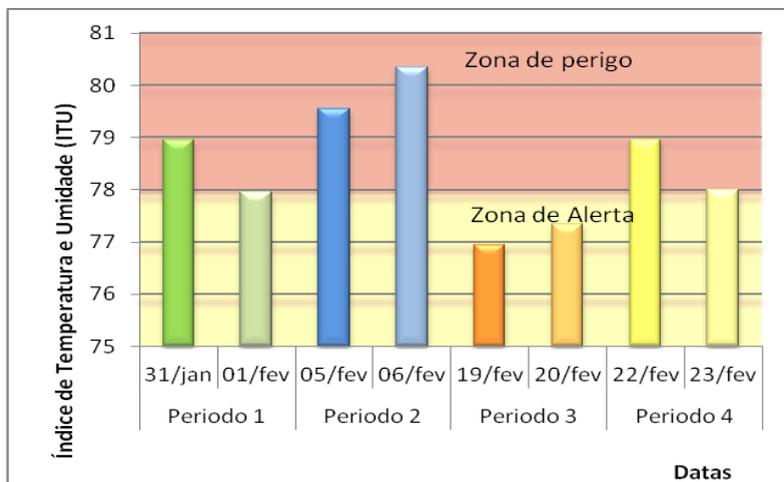
#### 5.4. DADOS METEOROLÓGICOS

As temperaturas máximas do período experimental (32,6 °C) estão acima dos valores limitantes para bovinos leiteiros das raças européias (*Bos Taurus*), citados por Carvalho et al. (2003), que descrevem que a zona de conforto térmico para esses animais está entre -1 °C e 21 °C. Sendo que entre 24 e 26 °C para raça holandês e entre 27 e 29 °C para Jersey são temperaturas críticas sob as quais diminui-se o consumo de alimentos e a produção de leite.

Os valores do Índice de Temperatura e Umidade (Figura 6) indicam que nos períodos 1, 2 e 4 os valores do ITU estavam na categoria Perigo (entre 78 e 84), o que significa que estes animais poderiam estar em estresse moderado. Porém, no período 3, os valores do ITU foram abaixo de 78, estando na categoria Alerta, o que caracteriza condições ambientais aceitáveis (BROWN-BRANDL et al., 2005).

O ITU indica o potencial de estresse térmico para os animais. Quando o ITU ultrapassa 72, bovinos taurinos são afetados negativamente (ARMSTRONG, 1994). Johson et al. (1980) relataram que o ITU a partir de 76 reduziu a produção de leite e que os efeitos indesejáveis eram maiores para o ITU acima de 78. É sugerido que quando o ITU for superior a 84 e não ocorrer recuperação da temperatura durante o período noturno, ou seja, o ITU não for inferior a 74 e esses animais não tiverem recursos que amenizem o calor, pode ocorrer um estresse severo ocasionando óbito aos animais (HAHN e MADER, 1997).

Nas condições do presente experimento, verificou-se que o ITU permaneceu na faixa crítica. Sendo assim, a sombra se constitui em um recurso ambiental importante nas horas mais quentes do dia. Segundo Silva (2008), com o ITU indicando Perigo e Emergência, os animais procuram a sombra para a proteção da radiação solar.



**Figura 5** - Valores diários do Índice de Temperatura e Umidade calculado nos períodos 1, 2, 3 e 4 do experimento em que: Entre 74 e 78: **alerta** ; entre 78 e 84: **perigo**; e acima de 84: **emergência**.

## 6. CONCLUSÕES

O estudo confirma a hipótese de que a hierarquia social influencia o uso da sombra por vacas leiteiras em lactação, mas evidencia que esse efeito depende da forma e da qualidade como é disponibilizado o recurso. A prioridade que foi dada ao recurso foi relacionada ao tipo de cobertura, sendo que os tratamentos T6 (telha, área de 6 m<sup>2</sup>) e T18 (telha, área de 18 m<sup>2</sup>) proporcionaram maior tempo de uso por subordinados do que S6 (sombrite, área de 6 m<sup>2</sup>) e S18 (sombrite, área de 18 m<sup>2</sup>). Já os dominantes utilizaram igualmente as coberturas e pelo tempo máximo. A quantidade de área de sombra ofertada, por sua vez, foi determinante na disputa pelo recurso, ocorrendo maior incidência de interações agressivas nos tratamentos S6 (sombrite, área de 6 m<sup>2</sup>) e T6 (telha, área de 6 m<sup>2</sup>).

Com relação às variáveis fisiológicas, a FR foi a medida que apresentou as respostas mais imediatas às alterações ambientais. A FR foi mais acentuada no tratamento S6, indicando que essa sombra foi insuficiente. Em nenhum tratamento houve alterações na temperatura retal.

Do ponto de vista comportamental, nos tratamentos com cobertura de telha os animais passaram mais tempo ruminando. A hierarquia social influenciou o tempo que os animais permaneceram em ócio, sendo que os dominantes e os intermediários permaneceram um tempo maior em ócio do que os subordinados.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência dos sistemas de produção de leite depende da escolha de animais com genética especializada, de um adequado manejo nutricional, um bom manejo sanitário e reprodutivo, além de prover condições de conforto para os animais demonstrarem seu potencial genético. É pertinente que o planejamento dos recursos ofertados aos animais seja baseado principalmente nas necessidades comportamentais e fisiológicas destes.

O estudo confirmou a hipótese da influência da hierarquia social das vacas leiteiras no uso de sombreamento artificial, mas este efeito depende da qualidade e quantidade do recurso ofertado. Portanto, conhecer o comportamento social do rebanho e os fatores que influenciam o uso da sombra é ferramenta de grande utilidade para os produtores planejarem as instalações e definirem os manejos dos animais criados a pasto.

O efeito da exposição dos animais ao clima quente pode afetar a produção de leite, a sanidade e o bem-estar das vacas. Sendo assim, os resultados deste estudo apontam que os produtores devem levar em consideração que o tipo e a quantidade de sombreamento podem ser fatores limitantes à eficiência de sua produção. Evidencia-se a importância de proporcionar sombra em quantidade suficiente para os animais compartilharem o recurso e não disputarem o mesmo. Constatase, também, a necessidade de escolher bem o material de cobertura da sombra, pois a qualidade do sombreamento influencia no tempo de uso desse recurso pelos animais. É possível aumentar o bem-estar e até a produtividade de leite, através de modificações simples no manejo e no planejamento dos sistemas criatórios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J. Feeding behaviour of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1993.

ALTIMANN, J. Observational study of behaviour: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, p. 227-265, 1974.

ANDERSSON, M.; LINDGREN, K. Effects of restricted access to drinking at feeding and social rank, on performance and behaviour of tied-up dairy cows. **Swedish Journal of Agriculture Research**, v. 17, p. 77-83, 1987.

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2044-2050, 1994.

ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, M.L. **Ethology of free-ranging domestic animals**. Netherlands: ESPC, 1978. 168p.

BACCARI JR., BRASIL, L.H.A.; TEODORO, S.M. 1997. Thermoregulatory responses of Alpine goats during thermal stress. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5, 1997, Minneapolis. *Proceedings...* Minneapolis : Amer. Soc. Agric. Engrs., p.789-94.

BACCARI JR., F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.24 - 67. 1998.

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

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246p.

BARENBRUG, A.W.T., *Psychrometry and Psychometric Charts*, 3 Edition, Cape Town, S.A.: **Cape and transvaal Printers Ltd.**, 1974.

Disponível em: <<http://www.paroscientific.com/dewpoint.htm>> Acesso em: 07 agosto 2009.

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P.H., The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. **Appl. Anim.Behav. Sci.** 1990. 25:177.

BARROSO, F.G.; ALADOS, C.L.; BOZA, J., Social hierarchy in the domestic goat, effect on food habits and production. **Applied Animal Behaviour Science**, **69**, 2000 35–53.

BENNETT, I.L.; FINCH, V.A.; HOLMES, C.R. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 13, p. 227-236, 1985.

BEILHARZ, R.G.; MYLREA, P.J. Social position and behavior of dairy heifers in yards. **Animal Behaviour** 11, 522–527, 1963.

BIANCHINI, E.; McMANUS, C.; LUCCI, C.M.; et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.41, n.9, p.1443-1448, set. 2006.

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**, Collingwood, v. 34, p. 285-95, 1994.

BOUISSOU, M. F.; BOISSY, A.; NEINDRE, P. L.; VEISSIER, I. The Social Behaviour of Cattle. In: KEELING, L.K.; GONYOU, H.W. **Social behaviour in farm animals**. United States, 2001. 406p.

BROOM, D.M.; LEAVER, J. D. The effects of group-housing or partial isolation on later social behaviour of calves. **Animal Behaviour**, 26, 1978, 1255– 1263.

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

BROOM, D.M. Welfare evaluation. **Applied Animal Behavior Science**, v.54, p.21-23, 1997.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Animal welfare: concept and related issues – Review **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: analyses of indicators. **Biosyst. Eng.** 90, 451–462, 2005.

BURGOS, M.; SENN, M.; SUTTER, F. Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. **American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 280, n. 2, p. R418-427, 2001.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, nov. 2004.

CASSINI, M.; HERMITTE, G. Patterns of environmental use by cattle and consumption of supplemental food blocks. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 32, n. 4, p. 297-312, 1992.

COIMBRA, P.A.D. **Aspectos extrínsecos do comportamento de bebida de bovinos em pastoreio**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 89, p. 1244-1253, 2006.

CONCEIÇÃO, M.N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. 2008. 137 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo,

Piracicaba, 2008.

CONCEIÇÃO, M.N.; SILVA, I.J.O.; DIAS, C.T.S. Avaliação do tipo de sombreamento para novilhas leiteiras em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Resumos expandidos...** Lavras: UFLA, 2008. 1 CD-ROM.

CORDEIRO, F.L.M. **Efeito do Pastoreio Racional Voisin na pastagem, no pastoreio e na compactação do solo.** Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DEAG, J. M. **O comportamento social dos animais.** São Paulo: EUP; Ed. da Universidade de São Paulo, 1981 (Temas de Biologia, v. 26).

DHIMAN, T.R. ; ZAMAN, M.S. Desafios dos sistemas de produção de leite em confinamento em condições de clima quente. In: Simpósio de Nutrição e Produção de Gado de Leite, 2. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: [s.n.], p. 5-20. 2001.

DICKSON, D.P.; BARR, G.R.; WIECHERT, D.A. Social relationships of dairy cows in a feed lot. **Behaviour**, 1967 .**29**, 196–203.

DUNCAN, I.J.H. The changing concept of animal sentience. **Applied Animal Behaviour Science**, 100:11–19, 2006.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (1993). Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa.** São Paulo. Nova Fronteira, 1995.687p.

FERREIRA, L.C.B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra.** Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L; et al. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos

submetidos ao estresse calórico, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.769-776, 2009.

FRASER, A.F. **Comportamiento de los animales de granja**. Zaragoza: Acribia, 1980.

FRASER, D.; RITCHIE, J.S.D.; FRASER, A.F. The term “stress” in a veterinary context. **Br. Vet. J.**, v.131, p.653-662, 1975.

FRASER, A.F. Kinetic behaviour of the fetus and newborn. In **Ethology of Farm Animals** (ed. A.F. Fraser), pp. 111–125. Elsevier, Amsterdam, 1985.

FRASER, D.; MILLIGAN, B.N.; EDMOND, A.P.; PHILLIPS, P.A.; TAYLOR, A.A.; WEARY, D.M. Behavioural perspectives on weaning in domestic pigs. **Progress in Pig Science**. Nottingham: Univ. Press, Nottingham, p. 121–140, 1998.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm Animal Behaviour and Welfare**. 3<sup>a</sup> ed. Reino Unido: Ballière Tindall. 1990. 437pp.

GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M. et al. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2398-2405, 1999.

HAFEZ E.S.E. and BOUISSOR, M .F. The behaviour of cattle. In: Hafez, E.S.E. (ed.) **The Behaviour of Domestic Animals**. Baillière Tindall, London, 1975, pp. 203–245.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptacion de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973. 358 p.

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

HAHN, G.L.; MADER, T.L. Heat waves in relation o thermoregulation, feeding behavior, and mortality of feedlot cattle. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., 1997, Minnesota. **Proceedings...** St. Jos eph: ASAE, 1997. p. 125-129.

HASEGAWA, N.; NISHIWAKI, A.; SUGAWARA, K.; ITO, I. The effects of social exchange between groups of lactating primiparous heifers on milk production, dominance order, behavior and adrenocortical response. **Applied Animal Behavioural Science**, 1997. 51, 15–27.

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

HÖTZEL, M.J.; PINHEIRO MACHADO FILHO, L.C.; TEIXEIRA, D.L.; WOLF, F.M.; COIMBRA, P.A.D.; YUNES, M.C.; DINON, P.S.L.; LOPES, E.J.C. Effects of physiological state on water consumption of water-restricted dairy cows. In: **9th Word Conference on Animal Production, 2003**, Porto Alegre. 9th Word Conference on Animal Production, 2003, p.232-4pp.

HÖTZEL, M.J.; PINHEIRO MACHADO Fº, L.C.; DINON, P. S. L.; SILVEIRA, T.D.; YUNES, M.C.; RIGOTTI, S.S.; HOFFMANN, J.; DOS SANTOS, J.M.; SILVEIRA, M.C.A.C. Effect of water availability on the drinking behaviour and milk production of Holstein cows. In: **CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR APPLIED ETHOLOGY**, 34., 2000, Florianópolis. **Proceedings...** Florianópolis, 2000, 145 p.

HUBER, J.T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico**. In: HUBER, J.Y. Bovinocultura leiteira. Piracicaba: FEALQ, p. 33-48, 1990.

HURNIK, J. F. Conceito de Bem-Estar e Conforto Animal. (Palestra). In: PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C. I Simpósio latino-americano de bem-estar animal. Florianópolis, 6 a 8 de abril, 2000.

HURNIK, J.F.; LEWIS, N.; TAYLOR, A.; PINHEIRO MACHADO Fº, L.C. **Farm Animal Behaviour**: Laboratory Manual. University of Guelph, Canada, 1995. 145 p.

JOHNSON, H.D. **Bioclimatology and the adaptation of livestock**. Columbia: Elsevier, 1987, 219p.

JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of Biometeorology** . v.24, p.65-78, 1980.

KONDO, S.; HUNIK, J.F. Stabilization of social hierarchy in dairy cows. **Applied Animal Behavior Science**, v.27, p.287-297, 1990.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril . **Ciência Agrotécnica** , Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LINDBERG, A.C. **Group life**. In: Social behavior in farm animals. Keeling, L. J.; Gonyou, H. W. (eds) Oxon, UK: CABI Publishing, 2001. p.37-58.

LITTLE, W.; COLLIS, K.A.; GLEED, P.T.; SANSON, B.F.; ALLEN, W.M. Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, mil yield and blood composition. **The Veterinary Record**, v. 106, p. 547-551, 1980.

LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; CASTRO, A.C.; DANTAS, J.A.S.; SANTOS, N.F.A.; ALVES, O.S.; MONTEIRO, E.M.M. Efeitos das variáveis climáticas sobre a fisiologia de bubalinos criados em sistema silvipastoril, em Belém do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., 2006, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2006.

MACHADO, T.M.P. **Comportamentos afiliativos em vacas leiteiras a pasto, o papel da lambida**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MADER, T.L.; HALL, A. Shade preferences of lactating Holstein-Friesian cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture** , Collingwood, v . 38, p. 17-21, 1998.

MADER, T.; DAVIS, M.S. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: feed and water intake. **Journal of Animal Science**, v.82, n.10, p. 77-87, 2004.

MANSON, F.J. and APPLEBY, M.C. Spacing of cows at a food trough. **Applied Animal Behaviour Science**, 1990. 26, 69–81.

MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 111 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

McDOWELL, R.E. Improvement of livestock production in warm climates. San Francisco: Freeman, 711p. 1972.

MELLACE, E.M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras criadas a pasto**. Piracicaba, 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MOBERG, G.P. Problems in defining stress and distress in animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 191, p. 1207-1211, 1987.

MOBERG, G.P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: Moberg, G.P. and Mench, J.A. (eds) The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing, 2000.

MORAIS; D.A.E.F.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; MORAIS, J.H.G.; GUILHERMINO, M.M. Variação anual da temperatura da superfície e das características do pelame de vacas holandesas em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Resumos expandidos...** Jaboticabal: UNESP, 2007. 1 CD-ROM.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

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

NÄÄS, I.A. Tipologia de instalações em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 146-155.

NAKANISHI, Y.; MUTOH, Y.; UMETSU, R.; MASUDA, Y. and GOTO, I. Changes in social and spacing behaviour of Japanese Black Cattle after introducing a strange cow into a stable herd. **Journal of the Faculty of Agriculture**, Kyushu University 36, 1991, 1–11.

NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; EIGENBERG, R.A.; Quantifying livestock responses for heat stress management: a review. **International Journal of Biometeorology**. V.42.p.183-188, 1999.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D.J.; MATARAZZO, S.V; et al. Efeitos da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos de gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.663-671, set./dez. 2006.

PHILLIPS, C.J.C. **Cattle behaviour**. UK: Farming Press, 1993. 212p.

PHILLIPS, C. J.; RIND, M. I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 51-59, 2002.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L.C.P e HÖTZEL, M.J. Bem-estar dos Suínos. In; **Seminário Internacional de Suinocultura**, 5, São Paulo, 2000. Anais... São Paulo, 2000.p.70-82.

PINHEIRO, M.G.; SILVA, R.G. Estação do ano e características do pelame de vacas da raça holandesa. **Boletim de Indústria Animal**, v.57, n.2, p.99-103, 2000.

PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. Conforto Animal para maior produção de leite, Viçosa-MG, CPT, 254p. 2008.

PIRES, M.F.A.; NOVAES, L.P.; CAMPOS, A.T.; ALVIM, M.J.; MOSTARO, L.E. Ambiência em pastagens. In: EVANGELISTA, A.R.; SILVEIRA, P.J.; ABREU, J.G. **Forragicultura e pastagens**. Lavras: Editora UFLA, 2002. cap. 2, p. 31-75.

PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; VERNEQUE, R.S. et al. Efeito das estações (inverno e verão) na temperatura retal e frequência respiratória de vacas Holandesas confinadas em free stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, p.747-752, 1998.

POTTER, M.J.; BROOM, D.M. The behaviour and welfare of cows in relation to cubicle house design. In **Cattle Housing Systems, Lameness and Behaviour** (eds H.K.Wierenga and D.J. Peterse), pp. 129–147. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, 1987. No. 40. Martinus Nijhoff, Dordrecht.

ROBERSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In REECE, W. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap. 55, p. 897-908.

ROLLIN, B. E. **Farm animal welfare: social, bioethical, and research issues**. Ames: Iowa State University Press. 1995. 168 p.

SCHUTZ, K.E.; COX, N.R.; MATTHEWS, L.R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation, **Applied Animal Behaviour Science** V.114 , p. 307–318 , 2008.

SCHUTZ , K. E.; ROGERS , A. R.; POULOUIN, Y. A. et al. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle, **J. Dairy Sci.** 93 :125–133, 2010.

SEVEGNANI, K.B.; GUELFILHO H.; DA SILVA I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 1-7, 1994.

SHERWIN, C.M.; JOHNSON, K.G. The influence of social factors on the use of shade by sheep. **Applied Animal Behaviour Science**, 18 : 143-155, 1987.

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

SILVA, R.G. **Biofísica Ambiental, os animais e seu ambiente**. Jaboticabal – SP: FUNEP, 393p. 2008.

SILVA,R.G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 285 p. 2000.

SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação Cutânea e Respiratória em Ovinos sob Altas Temperaturas Ambientales. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1956-1961 (Supl. 2), 2003.

SILVA,R.G.; MORAIS, D.A.E.; GUILHERMINO, M.M. Escolha de índices de estresse térmico para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4. 2006. Riberão Preto. **Anais...**Riberão Preto:SSBio, 2006. 1CR-ROOM

SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G., **Statistical Methods**. 8.ed., Iowa State University Press, Ames, 1989. 503.

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

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRDODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1998. p. 10-23.

TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor.** 2006. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G. **Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris em Presidente Médici – Rondônia.** Disponível em: <[http://www.cpafrro.embrapa.br/Pesquisa/public/2000/past\\_forrag/cot%20188.PDF](http://www.cpafrro.embrapa.br/Pesquisa/public/2000/past_forrag/cot%20188.PDF)> Acesso em: 03 maio. 2010.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A.R.; SCHUTZ, K.E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, 109, 141–154, 2008.

YOUSEF, M. K. in JOHNSON, H. D. **Bioclimatology and the adaptation of livestock.** Word Animal Science. B. Disciplinary approach. Elsevier Science Publishers B. V. 1987.

YOUSEF, M.K.; JOHNSON, H.D. Endocrine system and thermal environment. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock** . Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 1, p.133-142.

YUNES, M.C. **Efeito da hierarquia social na produção, na reprodução e na interação humano-animal de vacas leiteiras.** Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.



## ANEXOS



**Figura 6** - Tratamento S6 (sombrite, 6 m<sup>2</sup>), animais na sombra e ao redor dela.



**Figura 7** – Tratamento S18 (sombrite, 18m<sup>2</sup>), animais na sombra.



**Figura 8** – Tratamento T6 (telha, 6m<sup>2</sup>), animais na sombra.



**Figura 9** - Tratamento T18 (telha, 18m<sup>2</sup>) animais na sombra e ao redor dela.