

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS
SUBMETIDOS A DIFERENTES OFERTAS DE SOMBRA**

LUIZ CARLOS BRITTO FERREIRA

Florianópolis, maio de 2010.

LUIZ CARLOS BRITTO FERREIRA
Médico Veterinário

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS
SUBMETIDOS A DIFERENTES OFERTAS DE SOMBRA

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos P. Machado Filho
Co-orientador: Alexandre de Oliveira Barcellos
Co-orientadora: Maria José Hötzel

FLORIANÓPOLIS
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

F383r Ferreira, Luiz Carlos Britto

Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra [dissertação] /

Luiz Carlos Britto Ferreira ; orientador, Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho. - Florianópolis, SC, 2010.

89 p.: il., grafs., tabs.

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

Inclui referências

1. Agricultura. 2. Agroecossistemas. 3. Bem estar animal. 4. Animais - Comportamento. 5. Sombreamento. 6. Silvicultura. 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

LUIZ CARLOS BRITTO FERREIRA

Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra

Dissertação aprovada em 27/05/2010, 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 P. Machado Filho
Orientador

Dr. Alexandre de Oliveira Barcellos
Co-orientador (Embrapa)

Prof^a Dr^a Maria José Hötzel
Co-orientadora

Prof. Dr. Luiz Carlos P. Machado Filho
Coordenador do PGA

BANCA EXAMINADORA:

Alfredo Celso Fantini
Presidente (CCA-UFSC)

Sérgio Augusto Ferreira de Quadros
(CCA-UFSC)

Alexandre de Oliveira Barcellos
(Embrapa)

Florianópolis, 27 de maio de 2010.

AGRADECIMENTOS

À Emater-DF, pelo apoio financeiro e por investir na capacitação intelectual e profissional de seus empregados.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade.

Em especial gostaria de agradecer as pessoas que participaram desta construção:

Ademir Cazella, Adinor Capellesso, Andréa Amaral, Aimée Machado, Alexandre Barcellos, Alexandre Lenzi, Alfredo Fantini, Antônio Moita, Camila Silva, Camila Pellizzoni, Cesar Butignol, Cícero Berton, Clarilton Ribas, Clarissa Cardoso, Cristiane Leis, Daniel Enriquez, Dayane Teixeira, Diéri Ramella, Edson Preto, Fabiane Brito, Fernanda Gavioli, Flávia Cordeiro, Francieli Bertoli, Gabriela Schirmann, Gabriel Corrêa, Glaucia Farias, Grazyne Tresoldi, João H. Costa, Jonas Bruch, Ivan Bonjorno, Janete Guenka, Jucinei Comin, Juliana Labarrere, Kamilly Garcia, Leonardo Zimmermann, Lino Moysés, Livia Dorneles, Lizzy Weickert, Lourival Vilela, Luciana Honorato, Luiz Aroeira, Luiz D'agostine, Marcelo Mencarini, Maria de F. Á. Pires, Maria José Hötzel, Mariane Beretta, Marina Bustamante, Mario Vicenzi, Michele Cristina, Murilo Serra, Newton Peroba, Nilton Adão, Paul Richard Miller, Paulo Emílio Lovato, Paulo Batata, Pinheiro Machado Filho, Pinheiro Machado, Rafaela Souza, Rita de Cássia Poluceno, Robélío Marchão, Roberto Guimarães, Rodrigo Cavaleri, Rosane Amalcaburio, Samira Aquino, Sandro Schlindwein, Sérgio Quadros, Thiago Botelho, Thiago Filipe, Thiago Machado, Valmir Stropasolas, Vanessa Kuhnen e Zaira Moutinho.

Conclusões de Aninha

Estavam ali parados. Marido e mulher.
 Esperavam o carro. E foi que veio aquela da roça
 tímida, humilde, sofrida.
 Contou que o fogo, lá longe, tinha queimado seu rancho,
 e tudo que tinha dentro.
 Estava ali no comércio pedindo um auxílio para levantar
 novo rancho e comprar suas pobrezinhas.

O homem ouviu. Abriu a carteira tirou uma cédula,
 entregou sem palavra.
 A mulher ouviu. Perguntou, indagou, especulou, aconselhou,
 se comoveu e disse que Nossa Senhora havia de ajudar
 E não abriu a bolsa.
 Qual dos dois ajudou mais?

Donde se infere que o homem ajuda sem participar
 e a mulher participa sem ajudar.
 Da mesma forma aquela sentença:
 "A quem te pedir um peixe, dá uma vara de pescar."
 Pensando bem, não só a vara de pescar, também a linha, o anzol, a chumbada, a isca, apontar um poço piscoso
 e ensinar a paciência do pescador.
 Você faria isso, Leitor?
 Antes que tudo isso se fizesse
 o desvalido não morreria de fome?

Conclusão:
 Na prática, a teoria é outra

Cora Coralina

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes disponibilidades de sombra na resposta fisiológica e comportamental de bovinos em pastagens, assim como a distribuição espacial desses animais e de suas fezes nas pastagens. Quatro grupos de três vacas em lactação, mestiças (83% taurino x 17% zebuino), passaram pelos tratamentos sem sombra – “sol”, sombra única artificial (1,3m²/vaca) – “única”, sombra em bosque (174 m² de sombra) – “bosque”, e sombra de árvores dispersas (240 árvores/ha) – “dispersa”, num quadrado-latino (4x4), com períodos de três dias. Os piquetes foram subdivididos virtualmente em 24 quadrantes, para a análise da distribuição espacial das vacas e das fezes. O comportamento das vacas foi observado instantaneamente a cada 10 minutos, entre as ordenhas. A contagem dos bolos fecais era feita no dia seguinte a desocupação do piquete. As variáveis pastando, ruminando, na sombra, deitada, outros comportamentos, produção de leite, consumo de água, temperatura retal e frequência respiratória foram analisadas pela variância, com as diferenças estatísticas obtidas pelo teste de Duncan. A distribuição espacial das vacas e das fezes, foi analisada pelo teste do qui-quadrado (tabelas de contingência). O tempo pastando foi maior no “bosque” e “dispersa”, do que em “sol” e “única” (P<0,03). O tempo ruminando foi menor no “sol” do que nos demais tratamentos (P<0,01). O tempo em outros comportamentos foi maior no “sol”, intermediário no “única” e menor em “dispersa” e “bosque” (P<0,01). O tempo de uso da sombra foi maior no “bosque” e “dispersa”, intermediário no “única” e menor no “sol” (P<0,01). O menor tempo deitada foi observado no tratamento “sol” (P<0,01). Na produção de leite não houve diferença entre os tratamentos (P=0,30). O consumo diário médio de água foi maior no “bosque” e “dispersa”, intermediário no “única” e menor no “sol” (P<0,01). As diferenças das temperaturas retais vespertinas e matutinas foram maiores (P<0,01) no “sol” e “única” do que no “bosque” e “dispersa” e na frequência respiratória essas diferenças foram maiores (P<0,01) no “sol”, intermediária no “única”, e menores no “bosque” e “dispersa”. As frequências observadas na distribuição espacial das vacas e das fezes foram diferentes das esperadas (p<0,01) e heterogêneas para todos os tratamentos, exceto na dispersão das fezes no “dispersa”, que foi homogênea. Conclui-se que a presença de sombra abundante na pastagem (em bosque ou dispersa) evita o estresse calórico, indicando melhor bem-estar de vacas leiteiras criadas a pasto no centro-oeste do Brasil. A sombra dispersa também proporcionou homogeneidade na distribuição das fezes. A sombra única foi insuficiente para o efetivo bem-estar dos animais, indicado pelas variáveis fisiológicas e comportamentais avaliadas nesse estudo.

PALAVRAS CHAVE: Bem-estar animal, Etologia Aplicada, Silvipastoril, Sombreamento, Termo-regulação.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different availabilities of shadow on physiological and behavioral response of bovines at pasture regime, as well as the spatial distribution of these animals and their faeces on pasture. The methodology had used four groups, and each group had three crossbreed cows (*Bos taurus* 83% x *Bos indicus* 17%), within a Latin-square experimental design (4 x 4), with treatments as follow: without shadow - "sun", artificial unique shade (1,3 m² /cow) – "unique", shade as woods (174 m² under shadow) - "wood", and the last one, shadow from trees dispersed in the paddock (240 trees/ha) - "dispersed", with 3 days period. The paddocks were divided virtually into 24 quadrants, to analyze the spatial distribution of cows and faeces. The cows behavior were instantly observed every 10 minutes between milkings. The count of faeces was made on the day after the paddock was left. The variables: grazing, ruminating, under shadow, lying, other behaviors, milk production, water consumption, rectal temperature and respiratory rate, were analyzed for variance by Duncan's Statistical Test. considering the mean of each group in four treatments and four experimental periods, the data of The spatial distribution of cows and feces were analyzed by Chi-square Test (crosstables). The grazing time was greater in the "wood" and "dispersed" than in "sun" and "unique" (P<0.03). The time ruminating was lower in the "sun" than the other treatments (P <0.01). The time of other behaviors was greater in the "sun", intermediate was found in the "unique" and smaller on "dispersed" and "wood" (P <0.01). The time of the shadow use was greater in the "wood" and "dispersed", the intermediate was "unique" and smaller in the "sun" (P <0.01). The smaller time when cows lie down, was "sun" (p <0.01). Milk production did not differ between treatments (P=0,30). The average daily water consumption was greater in the "wood" and "dispersed," the intermediate was "unique" and smaller in the "sun" (P <0.01). The differences of the rectal temperatures in the morning and in the afternoon were higher in the "sun" and "unique" than the "woods" and "dispersed" and these differences in respiratory rate were higher in the "sun", the intermediate was in the "unique" and smaller in "wood" and "dispersed." Frequencies observed in the spatial distribution of cows and feces were different from expected (p <0.01) and heterogeneous for all treatments, except in the dispersal of feces in the "dispersed", which was homogeneous. In conclusion, the presence of abundant shade over the pasture (wood or dispersed) avoid heat stress, indicating the better welfare to dairy cows feed on pasture regime in Brazilian Central west. The dispersed shade also provided homogeneity in the statistical distribution of faeces. The "unique" shade was not enough for effective welfare for animals, as indicated by the physiological and behavioral variables tested in this study.

KEY WORDS: Animal Welfare, Applied Ethology, Silvopastoral, Shading, Thermoregulation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Gráfico representativo das zonas de conforto térmico e termoneutra.....	25
FIGURA 2. Esquema da arquitetura da forma dos piquetes e distribuição espacial da sombra, do bebedouro e do cocho de suplementação mineral.....	40
FIGURA 3. Esquema da divisão do piquete em subáreas (quadrantes) e respectivas identificações.....	41
FIGURA 4 – Comparativo das frequências das vacas e das fezes pela graduação de cores....	59
FIGURA 5. (ANEXO) Fixa de coleta de dados.....	80
FIGURA 6. (ANEXO) Tratamento sol (sem sombra), vacas próximas a bebedouro.....	81
FIGURA 7. (ANEXO) Tratamento sol (sem sombra), vacas Pastando.....	81
FIGURA 8. (ANEXO) Tratamento única, vacas deitadas na sombra.....	82
FIGURA 9. (ANEXO) Tratamento única, vaca em pé na sombra.....	82
FIGURA 10 (ANEXO) Tratamento bosque, vista panorâmica do bosque.....	83
FIGURA 11. (ANEXO) Tratamento bosque, vacas na sombra do bosque.....	83
FIGURA 12. (ANEXO) Tratamento dispersa, vacas na sombra.....	84
FIGURA 13. (ANEXO) Tratamento dispersa, vaca pastando.....	84
FIGURA 14. (ANEXO) Porcentagem do tempo destinado ao pastejo pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV 7,71 e $p = 0,03$).....	85
FIGURA 15. (ANEXO) Porcentagem do tempo destinado a ruminação pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV 12,43 e $p = 0,003$).....	85
FIGURA 16. (ANEXO) Porcentagem do tempo destinado aos outros comportamentos (principalmente ócio) pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV=18,64 e $p=0,0006$).....	85
FIGURA 17. (ANEXO) Comparativo entre o tempo destinado ao pastejo, ruminação ou a outros comportamentos pelas vacas. Tempo total 430 minutos.....	86

FIGURA 18. (ANEXO) Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram na sombra. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% ($CV=15,26$ e $p=0,0001$).....86

FIGURA 19. (ANEXO) Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram deitadas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% ($CV = 22,67$ e $p=0,003$).....86

FIGURA 20. (ANEXO) Consumo médio diário dos grupos por tratamento. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% ($CV = 3,74$ e $p = 0,002$).....87

FIGURA 21. (ANEXO) Apresentação gráfica da frequência observada da distribuição das vacas nos quadrantes dos piquetes por tratamento.....88

FIGURA 22. (ANEXO) Apresentação gráfica da frequência observada da distribuição das fezes nos quadrantes dos piquetes por tratamento.....88

FIGURA 23. (ANEXO) Gráfico comparativo dos tempos pastando, ruminando e outros comportamentos no decorrer do dia nos diferentes tratamentos.....89

FIGURA 24. Gráfico da porcentagem dos tempos pastando, ruminado e outros comportamentos no decorrer do dia nos diferentes tratamentos e sua ocorrência em pé ou deitada e no sol e na sombra.....89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Tempos percentuais que as vacas se dedicavam ao pastoreio, ruminação ou outros comportamentos. Tempo total 430 minutos. Os valores seguidos letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).....	47
TABELA 2. Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram na sombra ou no sol e em pé ou deitadas. Tempo total 430 minutos. Os valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).....	48
TABELA 3. Médias das Temperaturas Retais e Frequências Respiratórias (movimentos por minuto), de manhã, à tarde e a diferença entre elas. As médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%.....	49
TABELA 4. Frequência observada das vacas nos quadrantes.....	55
TABELA 5. Frequência observada das fezes nos quadrantes.....	56
TABELA 6. (ANEXO) Produção de leite média diária das vacas por tratamento.....	87
TABELA 7. (ANEXO) Índices de Temperatura de Umidade calculados.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CRH – hormônio corticotrópico
CTR - Carga Térmica de Radiação
CV – coeficiente de variação
FR – frequência respiratória
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITGU - O Índice de Temperatura do Globo e Umidade
ITU - Índice de Temperatura e umidade
p-valor – valor da probabilidade
QL – Quadrado Latino
SH - hormônio de crescimento
SNC – Sistema Nervoso Central
SSPs – Sistemas Silvipastoris
T4 - tiroxina
Tbs – temperatura do bulbo seco
Tpo - temperatura do ponto de orvalho
TR - temperatura retal
TSH - hormônio liberador tireotropina
UA - unidade animal (1UA = 450kg)
UV – Ultra Violeta
ZCT - zona de conforto térmico
ZT - Zona Termoneutra

LISTA DE SÍMBOLOS

% - porcentagem
°C – grau centígrados
Ca – Cálcio
cm – centímetro
 cm^2 – centímetro quadrado
g – grama
 $\text{g/m}^2/\text{h}$ – grama por metro quadrado por hora
h – horas
ha – hectare
K – Potássio
Kg – kilograma
L - litro
m – metro
Mg – magnésio
min – minuto
mm – milímetro
mov/min – movimentos por minuto
N – Nitrogênio
O – Oeste
P – Fósforo
pH - potencial Hidrogeniônico
S – Enxofre
S – Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	O CLIMA DO CERRADO	17
2.2	FATORES CLIMÁTICOS IMPORTANTES NA PRODUÇÃO ANIMAL	18
2.3	BEM-ESTAR ANIMAL	21
2.4	ESTRESSE	22
2.5	TERMORREGULAÇÃO	24
2.6	MELHORIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS	30
2.7	SOMBRA	31
2.8	SISTEMAS SILVIPASTORIS	33
2.9	ARQUITETURA DAS PASTAGENS	37
3	OBJETIVOS	38
4	METODOLOGIA	39
4.1	LOCAL E ANIMAIS	39
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	39
4.3	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	41
4.4	DADOS METEOROLÓGICOS	44
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	DADOS METEOROLÓGICOS	46
5.2	COMPORTAMENTO E FISIOLOGIA	47
5.3	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VACAS E DAS FEZES	54
6	CONCLUSÕES	60
7	CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS	61
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
9	ANEXOS	80

1. INTRODUÇÃO

O centro-oeste brasileiro, que é quase totalmente ocupado pelo cerrado, se destaca pela pujança de sua agropecuária. A bovinocultura colabora com sua importância social e econômica, já que detém a maior ocupação da mão-de-obra de uma população rural com mais de dois milhões de pessoas, distribuídas em aproximadamente 317 mil estabelecimentos agropecuários, sendo que 242 mil (76%) se dedicam a criação de bovinos. Com um efetivo de 57.5 milhões de cabeças bovinas (34% do rebanho nacional), ordenha pouco mais de dois milhões de vacas para produzir anualmente próximo de três bilhões de litros de leite, correspondendo a 15 % da produção total de leite do Brasil (CENSO AGROPECUÁRIO, 2006).

O clima do centro-oeste tem um potencial extraordinário para produção de forragem de forma ecológica e sustentável. Entretanto a matriz tecnológica usada para o desenvolvimento do cerrado tem como referenciais modelos de climas temperados, que geram incompatibilidade entre a qualidade do material genético animal e o clima tropical (FERREIRA et al., 2004).

Nos trópicos, as condições climáticas são desfavoráveis a exploração racional das raças leiteiras com origem em climas temperados (BIANCHINI et al., 2006). São raças com maior potencial genético para produção que as indianas e as naturalizadas, mas bem menos adaptadas ao clima tropical (WOLFENSON et al., 2000).

Na tentativa adaptar o ambiente a esse animal, busca-se melhorar as condições ambientais por meio da construção de instalações que proporcionem conforto térmico. Diante da realidade sócio-econômica do centro-oeste, com produção predominantemente a pasto, onde os índices de produtividade são módicos e a capacidade de investimento dos pecuaristas

é baixa (BARROS et al., 2003), as soluções, em termos de bem-estar animal, desempenho ambiental e resultados econômicos lucrativos, passam, necessariamente, por sistemas mais diversificados e complexos como os sistemas silvipastoris - SSPs (CAPORAL & COSTABEBER, 2004).

Os SSPs são sistemas de produção complexos, onde o homem e várias espécies de plantas e animais interagem ecologicamente. Em pecuária, a idéia central é a introdução das espécies arbóreas nos sistemas como fornecedora sombra aos animais, e complementarmente, fornecendo outros benefícios possíveis e desejáveis (CARVALHO et al., 2004).

Os pacotes tecnológicos, muito utilizados na agropecuária convencional, não se prestam aos sistemas complexos por não considerarem as interações entre seus componentes, principalmente as ecológicas. Como alternativa, para alcançar a viabilidade nos sistemas produtivos, busca-se estudar as formas de interações que se mostram positivas, gerando informações que possibilitem aos produtores uma decisão mais consistente na escolha das espécies e como manejá-las adequadamente, ou seja, gerar tecnologia de processo. A sustentabilidade é alcançada por meio de práticas agrícolas orientadas pelo conhecimento em profundidade de processos tecnológicos (GLIESSMAN, 2000).

Portanto, é necessário o estudo das relações que as árvores têm com os outros componentes do sistema. A distribuição espacial das árvores pode facilitar as relações entre os componentes, ou seja, o desenho o sistema de produção (planejamento das estruturas físicas e biológicas) pode catalisar bons resultados. Optou-se, por isso, por montar um experimento que enfatizasse a relação entre os componentes do sistema, mais precisamente a influência que a presença e a distribuição espacial das árvores, entendidas aqui como componente sombra, exercem sobre a fisiologia e o comportamento animal e como este último pode afetar a ecologia da pastagem pela distribuição espacial das fezes no pasto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O CLIMA DO CERRADO

O clima do Cerrado é classificado segundo Koppen, de AW – clima tropical com temperaturas elevadas, chuva no verão e seca no inverno e pluviosidade anual média abaixo de 2000 mm. As médias das temperaturas do ar estão entre 19 e 28°C e as máximas podem ultrapassar os 40°C e não variam muito durante o ano (AYOADE, 1991).

Os ventos são fracos e inconstantes, normalmente a atmosfera é calma e o ar fica muitas vezes quase parado. No período de estiagem, principalmente em agosto, costumam ocorrer algumas ventanias que provocam alta evapotranspiração (AMBIENTEBRASIL, 2010).

A radiação solar é bastante intensa, podendo reduzir-se devido à alta nebulosidade nos meses excessivamente chuvosos do verão. Como o inverno é seco, quase sem nuvens, e as latitudes são relativamente pequenas, a radiação solar nesta época também é intensa, aquecendo bem as horas do meio do dia (MARIN et al, 2008).

2.2 FATORES CLIMÁTICOS IMPORTANTES NA PRODUÇÃO ANIMAL

O clima representa um conjunto de fenômenos meteorológicos, de natureza complexa, que atuam isolada e conjuntamente sobre o comportamento animal exercendo efeito sobre o bem-estar e a produtividade (PEREIRA, 2005).

O clima influencia a pecuária de forma indireta pela sazonalidade condicionando a quantidade e a qualidade da forragem disponíveis aos animais. O regime pluviométrico é o fator gerador das flutuações na produção forrageira, mas outros fatores climáticos também são importantes para o crescimento vegetal, como a radiação solar, o fotoperíodo, a temperatura do ar, umidade, etc. (YOKOYAMA, et al., 1999).

Também indiretamente, o clima influencia a sanidade animal criando as condições ambientais favoráveis ao aumento da população dos parasitos. Como a doença se manifesta por meio da relação entre o agente, o ambiente e o hospedeiro, com aumento do poder infectante, haverá um desequilíbrio nesta relação, predispondo os animais às enfermidades (FERREIRA et al., 2004).

De forma direta, o clima atua sobre o animal, que busca constantemente se adaptar as condições ambientais na busca do bem-estar. Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados em regime de pastos, estão expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia e tornam-se susceptíveis a um estado permanente de estresse, resultando em alterações fisiológicas que comprometem seu desempenho produtivo (DEITENBACH et al., 2008).

O fator bioclimático temperatura do ar é, isoladamente, o mais importante no meio físico com o qual o animal se relaciona (MCDOWELL, 1972). O regime de temperatura bruta de uma grande área é determinado pela quantidade de radiação solar que incide de uma estação a outra e depende do ângulo do sol e das características da atmosfera (PEREIRA, 2005). As condições atmosféricas que influenciam na temperatura do ar são a quantidade de nuvens, poeira, poluição, vento, quantidade de vapor de água, entre outros (MARIN et al., 2008). Temperatura alta associada à umidade do ar elevada dificulta a termólise.

A umidade do ar é o termo utilizado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera, sem fazer referência a outros estados da água, seja na forma líquida ou sólida (MARIN et al., 2008). A umidade do ar pode ser absoluta ou relativa. A absoluta é a relação entre a massa de vapor e o volume de ar e a relativa é a relação entre a quantidade de vapor existente no ar e a quantidade que existiria se o mesmo estivesse saturado na mesma temperatura (PEREIRA, 2005). O vapor é colocado na atmosfera pela ação do calor solar evaporando as águas dos rios, lagos, mares, etc. Suas quantidades variam conforme a região, estação do ano, altitude, etc.

A umidade do ar estando baixa causa desidratação e irritação na pele e mucosas predispondo o animal a várias patologias (STARLING et al., 2002). No caso de umidade alta ocorre uma diminuição da perda de calor corporal para o meio, comprometendo o equilíbrio térmico (SILVA, 2000) e favorece também, juntamente com outros fatores climáticos, o aumento de agentes vetores de patologias como: nematóides, insetos, ácaros, fungos e bactérias.

A radiação solar em suas três formas (química, luminosa e térmica) quando incide na superfície da pele dos animais se transforma quase que inteiramente em calor depois de absorvidas em intensidades variadas segundo a cor do pigmento do pelo, do grau de pigmentação da pele, dentre outras características da epiderme. Os raios químicos ou ultravioletas são conhecidos pela sua importância para a fotossíntese, síntese de vitamina D, fixação do cálcio, poder germicida e pelos problemas causados na pele quando em excesso, seja pela alta exposição dos animais, quanto pelo aumento real destes raios devido à diminuição da camada de ozônio (SILVA, 2008). A radiação luminosa é a porção visível (tem comprimento de onda intermediário entre a ultravioleta e a infravermelha) e influencia os animais devido aos ciclos circadianos. A radiação infravermelha é a de maior comprimento

de onda e sua incidência varia conforme a posição do sol, com menor intensidade quando o sol está no horizonte e maior intensidade quando a penetração dos raios solares é perpendicular (MARIN et al., 2008). Uma das melhores formas de proteção para a radiação solar direta é a sombra, como será discutido posteriormente.

A intensidade da luz se mantém estável ao longo do ano nas regiões tropicais. O que influencia algumas espécies animais é o fotoperíodo, ou seja, a quantidade de horas por dia que a luz estaria disponível (MARIN et al., 2008). Mas, como os bovinos são poliestrais não estacionais o fotoperíodo não afeta sua reprodução. Também não proporciona grandes mudanças de comportamento, como por exemplo, o tempo de pastejo, já que nos trópicos as diferenças de horas de luz diária durante o ano são menores que em climas temperados (HAFEZ, 2003).

A direção, a velocidade e a fonte dos ventos podem ter significados importantes nas temperaturas observadas (VIANA, 1999). O vento tem importante ação na perda de calor por convecção, desde que a temperatura do ar esteja menor que a temperatura do animal. Quando a umidade é alta o vento retira a umidade da pele do animal, facilitando a perda de calor por evaporação.

A sensação térmica percebida pelo animal está diretamente relacionada com o vento, a umidade e a radiação.

2.3 BEM-ESTAR ANIMAL

Negar a consciência animal tem implicações nos princípios morais que orientam o uso de animais na pecuária. Os sistemas de produção são concebidos a partir desta concepção e

por essa razão são inadequados para suprir as necessidades básicas dos animais (ROLLIN, 2007). Porém o aumento da preocupação com o bem-estar animal tem impulsionado mudanças qualitativas desses sistemas (DUNCAN, 2006).

O bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (BROOM, 1986). O bem-estar tem relação com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (DAWKINS, 2006). As análises de parâmetros fisiológicos, do estado mental e do comportamento são usadas como indicativo do grau do bem-estar (BROOM e MOLENTO, 2004). Algumas medidas fisiológicas podem ser indicativas de bem-estar precário, como o aumento da frequência cardíaca, atividade adrenal, e resposta imunológica reduzida (BROOM & ZANELLA, 2004), porém devem ser interpretadas com cuidado, pois podem indicar apenas um estado pré-patológico (MOBERG, 1985).

O comportamento também deve ser usado na avaliação do bem-estar. O fato de um animal apresentar alterações de comportamento fornece informações sobre seus sentimentos (preferências) e, conseqüentemente, sobre seu bem-estar (BROOM e MOLENTO, 2004).

A necessidade pode ser definida como um requerimento, que é fundamental na biologia do animal, para a obtenção de um recurso em particular ou para responder a um dado estímulo corporal ou ambiental (BROOM e JOHNSON, 1993). Um animal tem uma necessidade quando se encontra em desajuste homeostático, ou executa uma ação devido a um desafio ambiental. Manifestar uma necessidade significa alocar tempo e recursos a diferentes atividades fisiológicas ou comportamentais.

Os animais através dos sistemas funcionais controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais, entre outros (GUYTON & HALL, 2002). Esses sistemas

funcionais atuam conjuntamente para que o animal mantenha-se dentro de uma variação tolerável, estando assim em equilíbrio com o meio.

Os estudos das preferências ajudam na compreensão dos sentimentos dos animais. O sofrimento é um sentimento subjetivo negativo e deve ser identificado. Apesar de existirem muitas formas de se medir ferimentos, doenças e tentativas fisiológicas e comportamentais de adaptação ao ambiente, ainda são pouco os estudos referentes aos sentimentos dos animais e suas preferências (BROOM e MOLENTO, 2004).

Essas alterações fisiológicas e de comportamento diante dos desafios, demonstradas pelas necessidades e preferências, são usualmente empregadas para inferir sobre o nível de estresse, e conseqüentemente, o bem-estar.

2.4 ESTRESSE CALÓRICO

O estresse é a falência nas tentativas da regulação da homeostasia corporal, onde os animais não conseguem manter as alterações a níveis toleráveis (BROOM e MOLENTO, 2004) - O estresse calórico (ou térmico) é a reação do animal ao calor e ao frio. O sistema nervoso e o sistema endócrino coordenam a resposta ao estresse. As respostas são mediadas pelo eixo hipotálamo – hipófise – adrenais. As respostas hormonais se iniciam na reação de alarme. O estímulo estressor determina a secreção de corticotropina (CRH) pelo hipotálamo (SNC), que estimula a hipófise a liberar o hormônio adrenocorticotrófico, provocando a liberação de hormônios produzidos nas suprarrenais e adrenais. A porção medular das adrenais secreta as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) que respondem pela excitação inicial e proporcionam ao organismo reações rápidas e imediatas. A porção cortical das

adrenais secreta hormônios sexuais e os corticosteróides. Os corticosteróides (glicocorticóides, glicocorticosteróides e mineralocorticóides) são hormônios esteróides que exercem funções metabólicas essenciais como no metabolismo dos carboidratos e na manutenção do equilíbrio eletrolítico. A função do metabolismo dos carboidratos é disponibilizar glicose rapidamente na corrente sanguínea como fonte imediata de energia para fazer frente a uma situação de estresse. Níveis constantemente altos de glicocorticóides, como no caso do estresse crônico, podem ser lesivos aos tecidos, aos órgãos e inibir o crescimento. Uma hiperatividade crônica das adrenais causa atrofia do tecido linfóide ocasionando a queda da defesa imunológica (MUNCK et al., 1984; KHANSARI et al., 1990; GREENSPAN, 2006).

A tireóide é outra glândula que está envolvida com o estresse. O hipotálamo regula por meio do hormônio liberador tireotropina (TSH) a produção da tiroxina (T4) na tireóide. A tiroxina atua na regulação do metabolismo e também potencializando outros hormônios como as catecolaminas e o hormônio de crescimento (SH). O estresse, ao interferir no hipotálamo e no controle da produção da tiroxina, pode causar hiper ou hipotireoidismo. O hipertireoidismo é comumente observado na fase inicial do estresse e o hipotireoidismo gera esgotamento e colapso do sistema endócrino quando o estresse é crônico (GREENSPAN, 2006).

Essas alterações fisiológicas causadas pelo estresse podem ser diagnosticadas pelo exame clínico observando-se o nível de desidratação, a frequência respiratória, a frequência cardíaca, a temperatura retal e da pele (FERREIRA et al., 2006). Podem também auxiliar no diagnóstico as análises laboratoriais bioquímicas, hematológicas e hormonais (STARLING et al., 2002; FERREIRA et al., 2009a).

Diante do estresse calórico as alterações de comportamento mais observadas são: aumento no consumo de água (MEYER, et al., 2006), diminuição da ruminação (PIRES & CAMPOS, 2008), diminuição do pastoreio diurno, aumento do pastoreio noturno, maior tempo de ócio (COSTA, 2000), aumento nas reações agonísticas (COSTA & CROMBERG, 1997), anestro, diminuição nas manifestações dos sinais de cio, diminuição na quantidade e qualidade do sêmen ejaculado, etc (MARAI et al., 2002; HAFEZ, 2003; COELHO et al., 2006).

2.5 TERMORREGULAÇÃO

Os animais homeotérmicos, aves e mamíferos, possuem a característica de manter sua temperatura corporal relativamente constante utilizando-se de uma alta taxa metabólica gerada pela intensa combustão de alimento energético nas células. Os animais poiquilotérmicos, peixes e répteis, não possuem esta característica e necessitam do calor do sol para se aquecer (REECE, 1996).

A homeotermia é mantida através da homeostase térmica conseguida pelo controle das taxas metabólicas, possibilitando a manutenção da temperatura do corpo a um nível que pode ser distinto da temperatura do meio (PERISSINOTO, 2006). Este processo envolve a capacidade de gerar calor (termogênese) e também a capacidade de perder calor (termólise) (KOLB, 1984).

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 (YOUSEF, 1985). 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). Porém, existe uma faixa ótima de temperatura contida na zona termoneutra, cujo custo fisiológico é mínimo (BACCARI JR, 1998) e é chamada de zona de conforto térmico (ZCT). A ZCT corresponde a uma faixa de temperatura onde o animal tem melhores condições ambientais para seu desempenho e saúde (HAHN, 1999). Normalmente só se justificam investimentos em melhorias das instalações e construções, visando melhores condições ambientais, quando os animais estão fora das ZCT e ZT (PEREIRA, 2005). Esquema demonstrativo das ZCT e ZT está na FIGURA 1.

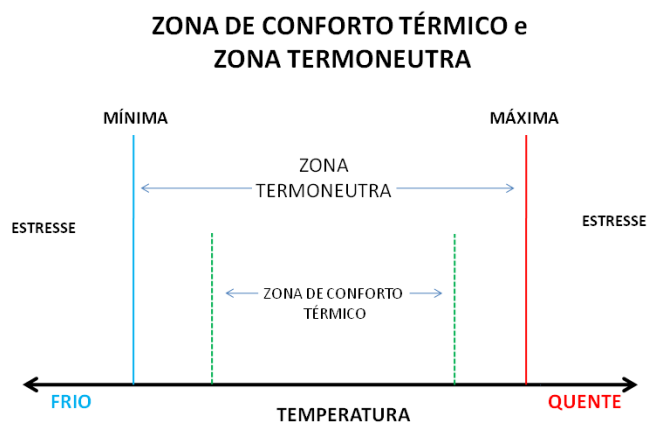


FIGURA 1. Gráfico representativo das zonas de conforto térmico e termoneutra.

Na literatura os limites ideais da ZCT e ZT apresentam valores bastantes variáveis e se devem a fatores como: raça, indivíduo, peso, idade, estado fisiológico, condição nutricional e fatores ambientais diversos. Nos bovinos ao se estabelecer estes limites deve-se levar em consideração a sua origem, os *Bos taurus taurus* de origem européia e os *Bos taurus indicus* de origem indiana que foram selecionados ao longo do tempo para estarem adaptados aos seus respectivos climas, temperado e tropical respectivamente. No caso das raças taurinas européias estes limites estão entre 0 e 16°C para a ZCT, com temperatura crítica máxima da

ZT de 25°C, enquanto que nas raças zebuínas os valores estão entre 10 e 27°C para ZCT e com temperatura crítica máxima da ZT de 35°C (PEREIRA, 2005). Para animais mestiços, como o Girolando, não há valores definidos e admitem-se valores intermediários aos já citados.

Os animais precisam de condições climáticas ótimas para o desempenho produtivo eficiente. As ZCT e ZT são adequadas para o estudo do conforto térmico dos animais, mas utiliza apenas a temperatura do ar como referência. Com o desenvolvimento tecnológico da bioclimatologia alguns índices estão sendo usados nos estabelecimento destes limites de condições ambientais ideais. O Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), Carga Térmica de Radiação (CTR) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) são índices utilizados atualmente e são calculados usando-se outros fatores climáticos além da temperatura do ar, como: umidade do ar, radiação, ventos, entre outros (SILVA, 2008).

O calor é trocado pelo animal com o meio através de quatro processos: a condução, a convecção, a radiação e a evaporação. A condução é o processo no qual o animal troca calor com o meio pelo contanto direto. A convecção é um processo de transporte de massa caracterizado pelo movimento de um fluido devido à sua diferença de densidade, especialmente por meio de calor, no animal se dá através da saída do calor do corpo para o ar mais frio, este processo é bastante influenciado pela velocidade do ar (ventos). A radiação é a ação direta dos raios solares sobre o animal, também se manifesta pela reflexão dos raios solares do solo e das instalações para o animal (LEME et al., 2005). 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 será perdido apenas pela evaporação e se a umidade também estiver alta, diminuirá a perda evaporativa por transpiração e aumentará a perda pela respiração. O animal ofegante aumenta a taxa

metabólica, gasta mais energia, fica com acidose respiratória e apresenta alterações no comportamento (STARLING et al., 2002).

O centro termorregulador dos animais se encontra no hipotálamo (SNC). Sob temperaturas elevadas as células termorreceptoras periféricas do calor são estimuladas a enviarem via hipotálamo anterior a determinação de perda de calor, que se faz por meio de ajustes funcionais e normas de conduta para dissipar calor para o meio. Sob temperaturas baixas as células termorreceptoras periféricas do frio são estimuladas a enviarem via hipotálamo posterior a determinação de ganho de calor, que se faz por meio de ajustes funcionais e normas de conduta para conservar e/ou produzir calor (LISTA et al., 2005).

Nos trópicos, o mais importante para o animal é a perda de calor sendo que os mecanismos fisiológicos utilizados para essa termólise são: aumento do fluxo sanguíneo periférico, aumento da frequência respiratória, aumento da sudorese, redução da ingestão de alimentos, aumento no consumo de água, mudanças na atividade endócrina e conseqüentemente mudanças comportamentais (DHIMAN & ZAMAN, 2001).

A pele é o dispositivo anatômico que os bovinos dispõem para a perda de calor. A pele é o órgão responsável pela termorregulação, defesa, percepção e proteção. Apresenta duas camadas: a epiderme e a derme. Os órgãos anexos são os folículos pilosos, as glândulas sudoríparas e sebáceas, e os cascos. A epiderme é constituída por um epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, abrigando entre outras, células produtoras de queratina (uma proteína resistente e impermeável responsável pela proteção), de melanina (responsável pela filtragem dos raios UV) e de células imunitárias. A epiderme não possui vasos sanguíneos e os nutrientes e o oxigênio chegam à epiderme por difusão a partir de vasos sanguíneos da derme. A derme é formada de tecido conjuntivo onde se localizam os vasos sanguíneos, os vasos linfáticos, os nervos e os órgãos sensoriais (GETTY, 1986). A hipoderme subcutânea se

relaciona funcionalmente e é constituída por tecido adiposo que serve para armazenamento energético e proteção contra o frio.

A relação entre a superfície da pele e o peso do animal é importante na termólise. Animais de raças pequenas e médias tem uma relação superfície/peso maior que animais de grande porte, portanto têm mais facilidade de perder calor para o meio. A espessura mais fina da pele influencia na rápida dissipação do excesso de calor corporal e esta característica deve ser selecionada nos animais. Porém, não há relação entre a espessura da pele e a evolução adaptativa ao clima tropical, já que existem raças de clima temperado com pele mais fina que os zebuínos. A variação da espessura varia entre espécies, raças e indivíduos e são geneticamente determinadas. Existe uma variação da espessura da pele de acordo com a estação do ano, sendo mais fina no verão e mais espessa no inverno (PINHEIRO & SILVA, 2000), como também variação das características de pelame, o posicionamento e a atividade das glândulas sudoríparas (FERREIRA et al., 2009b)

A pigmentação da pele esta diretamente relacionada aos fatores climáticos, com destaque para radiação solar. Geralmente animais de climas quentes e úmidos apresentam maior pigmentação. Esta pigmentação é dada pela melanina, pigmento produzido na camada basal da epiderme pelos melanócitos, com função de defesa contra a radiação ultravioleta. A cor negra absorve maior quantidade de energia térmica elevando a temperatura cutânea e como consequência o estresse calórico (HILLMAN et al., 2001). Ao contrário, a pele clara expõe o animal a patologias cutâneas pela falta da proteção contra os raios ultravioletas. Portanto, a seleção de animais com pele negra deve ser buscada desde que associada a pelagem clara.

A pelagem ideal para os bovinos criados nos trópicos deve apresentar pelos claros, curtos, grossos (SILVA, 1999). Os pelos claros refletem a radiação solar direta, os pelos

curtos e grossos facilitam a ventilação entre os pelos facilitando as trocas térmicas (SILVA et al., 2003; PEREIRA, 2005). A quantidade de pelos por unidade de área deve ser baixa, desde que a pele seja bem pigmentada (MAIA et al., 2003). Caso contrário, em pele sem pigmentação, um maior número de pêlos por unidade de área é importante para a proteção da epiderme contra a radiação ultravioleta. (GEBREMEDHIN et al., 1997)

As glândulas sudoríparas têm função termorregulatória nos mamíferos, elas desempenham esta função utilizam-se do calor cedido pela mudança de fase líquida para vapor (calor latente). As glândulas são compostas por duas partes, uma espiralada que secreta o suor e outra dutal que leva esta secreção através da derme e epiderme até o exterior do corpo. Esta secreção é ativada pelas fibras simpáticas colinérgicas, sendo que a quantidade é determinada pela intensidade do estímulo que chega às glândulas (SILVA, 2008).

O produto da atividade funcional das glândulas sudoríparas é o suor, que contem 99% de água e 1% de sais, sendo quantificado pela taxa de sudação ($\text{g/m}^2/\text{h}$).

A densidade de glândulas sudoríparas e taxa de sudação variam conforme os indivíduos e as raças, e por serem geneticamente determinadas podem ser usadas em programas de seleção. Não existem diferenças significativas no número de glândulas por cm^2 de pele entre os taurinos e zebuínos, mas as glândulas destes últimos são mais longas, largas e volumosas (PAN, 1963), o que lhes proporciona uma capacidade de sudação mais eficiente, conseqüentemente, maior adaptação ao calor (MULLER, 1989). Outro fator comprobatório da melhor eficiência termorregulatória dos zebuínos é que a sudação inicia-se em temperaturas da pele e retal mais baixas. A densidade e o volume dessas glândulas variam conforme região do corpo, destacando-se positivamente o escroto nos machos e a região perineal das fêmeas (BLAZQUEZ et al., 1994).

2.6 MELHORIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS.

Para adaptar o meio às necessidades do animal proporcionando-lhes bom ambiente é preciso conhecer a anatomia, a fisiologia e o comportamento do animal. A partir desse conhecimento deve-se planejar a estrutura física da propriedade, como construções, instalações (BAÊTA & SOUZA, 1997; ZAPPAVIGNA, 2001), tamanho e forma dos piquetes (MACHADO, 2004), localização dos bebedouros (COIMBRA et al., 2009), comedouros, saleiros (MACHADO, 2004), sombras (CARVALHO et al., 2002; PEREIRA, 2005; PIRES & CAMPOS, 2008), etc.

As construções e instalações normalmente são concebidas para proporcionar conforto e praticidade aos trabalhadores e economia ao empreendedor, porém nem sempre o bem-estar é considerado. As alternativas para proteger os animais do estresse calórico normalmente estão baseadas na diminuição dos efeitos climáticos que têm ação direta e são factíveis de interferência. Alguns exemplos destas alternativas são:

- Instalações planejadas para proporcionar bom ambiente: Devem ter o dimensionamento e posicionamento correto, ventilação natural, lanterninhos, telhas refletoras, etc. (BAÊTA & SOUZA, 1997);
- Ventilação: Quando não se consegue boa ventilação natural ou esta não é suficiente, deve-se fazer uso de ventilação mecânica, facilmente conseguida por meio de ventiladores (PERISSINOTTO, 2006);
- Piscinas e lagoas de resfriamento: proporciona transferência de energia térmica do animal para a água por condução (PEREIRA, 2005).

- Sistemas de resfriamento: São equipamentos que usam o resfriamento evaporativo com água ao produzirem névoa, neblina, gotejamento ou aspersão, podem ou não estar associados à ventilação (BUCKLIN et al., 1991; SILVA et al. 2002, PERISSINOTTO, 2006)
- Ar refrigerado e/ou climatizado (PEREIRA, 2005): usado normalmente em confinamento total, neste sistema pode-se ter controle total dos fatores climáticos, mas tem custo bastante alto.
- Sombra (DAVISON et al, 1988, CARVALHO et al 2002, SCHUTZ, 2008) – pode ser artificial e natural, é o tema a ser discutido a seguir.

2.7 SOMBRA

O uso da sombra atua diretamente no principal fator causador de estresse calórico que é a radiação. Como já foi citada, além de agir diretamente sobre o animal, a radiação interfere em outros fatores climáticos como a temperatura e umidade do ar. O ambiente é considerado estressante aos animais sempre que as variáveis climatológicas apresentam-se acima da ZT (SILVA JR, 2001), isto ocorre nas maiores latitudes no verão e nas menores latitudes durante todo ano.

A sombra pode ser natural ou artificial. Nas áreas de manejo em geral e nos confinamentos a sombra artificial é a mais indicada. Nestas áreas o custo da cobertura é menor (menor área a ser coberta) e a alta densidade de animais e instalações dificulta a arborização. No entanto não se excluem a possibilidade do plantio de árvores isoladas, cercas vivas e quebra ventos.

Em pastagens, a disponibilização de sombras artificiais é indicada na forma de estruturas móveis ou fixas, usando-se materiais sintéticos ou naturais e que são posicionadas em uma determinada área da pastagem. Estas estruturas resolvem apenas parte do problema, que é a de proteger os animais na hora do descanso, ou nas horas de maior estresse. Assim concebidas elas concentram os animais mais tempo em determinadas áreas, normalmente perto dos bebedouros, cochos e saleiros (áreas de descanso) causando problemas para a ecologia das pastagens, como será discutido mais a frente. O uso da sombra artificial na pastagem é recomendado, desde que provisoriamente, até serem substituídas pela sombra natural.

A melhor sombra é proporcionada pelas árvores (BACCARI JR, 1998). Os bovinos em condições de livre escolha, geralmente preferem a sombra das árvores em detrimento das estruturas artificiais construídas pelo homem (PEREIRA, 2005). Isto se explica porque as árvores atuam como redutoras da temperatura do ar, já que as plantas absorvem a energia radiante utilizada no processo de mudança de fase de água (evaporação). Ao contrário, em ambiente com construções, instalações e estruturas artificiais a energia radiante disponível no ambiente é convertida predominantemente em fluxo de calor sensível, com elevação da temperatura do ar (MARIN et al., 2008).

A sombra natural das árvores nas pastagens possui outras vantagens enumeradas por Pires & Carvalho (2000) e Carvalho et al. (2002).

- Controle da erosão;
- Mudanças microclimáticas favoráveis ao micro e macro fauna;
- Melhoramento da fertilidade do solo;
- Melhor aproveitamento das águas das chuvas;
- Maior produção e melhor valor nutritivo das forragens;

- Diversificação da dieta dos animais
- Aumento da biodiversidade (estabilidade do sistema e controle biológico)
- Diversificação da renda

As árvores podem ser distribuídas nas pastagens e no seu entorno de várias formas, sendo as mais comuns: individualmente, em quebra-ventos (linhas periféricas), cercas vivas, corredores forrageiros, pequenos bosques localizados no meio ou nos cantos, em linhas (simples, duplas, ou mais) e dispersas aleatoriamente (CARVALHO et al., 2002). Entretanto, recomendam-se os sistemas agroflorestais que seria a forma que agregar mais benefícios e de forma mais homogênea.

2.8 SISTEMAS SILVIPASTORIS (SSPs)

Os Sistemas Agroflorestais são definidos como uma forma de uso da terra na qual se combinam espécies arbóreas lenhosas (frutíferas e/ou madeiras) com cultivos agrícolas e/ou animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que interagem econômica e ecologicamente (PACIULLO et al., 2000).

Os SSPs, como também os Agrossilvipastoris e Agrossilviculturais, são classificações dos Sistemas Agroflorestais. O que os diferencia são seus componentes: Sistemas Agrossilvipastoris combinam árvores com cultivos agrícolas e animais; Sistemas Agrossilviculturais combinam árvores com cultivos agrícolas anuais e os SSPs combinam árvores e pastagem (PACIULLO et al., 2000).

A opção do agropecuarista por um destes sistemas vai depender das características da propriedade, disponibilidade de recursos e de seus objetivos. Quando a atividade principal é a pecuária, geralmente, os SSPs são os mais utilizados, mas vale lembrar que alguns modelos de SSPs em uso foram implantados usando-se culturas anuais ou outro tipo de atividade agrícola.

A escolha da espécie arbórea e a tecnologia de implantação são importantes, as espécies nos estágios sucessionais iniciais (pioneiras) tem melhor desempenho que as de estágios tardios (MELOTTO et al., 2009). Deve-se optar também por espécies adaptadas e com previsão de retorno econômico ao sistema, como leguminosas (BARCELLOS et al., 2008), frutíferas, madeiráveis, etc.

A presença das árvores é determinante na sustentabilidade do sistema pela capacidade de capturar nutrientes de camadas mais profundas do solo, reciclando-os eficientemente e proporcionando maior cobertura e conservação dos recursos edáficos (ALONZO, 2000; IBRAHIM et al., 2001), a deposição da serapilheira tem efeito positivo sobre a fertilidade do solo (ANDRADE et al., 2002).

O solo sob sistema agroflorestal utiliza da ciclagem de nutrientes para proporcionar melhorias nas características químicas e físicas, principalmente nas menores profundidades (BARRETO E FERNANDES, 2001). Nestas condições ele apresenta qualidade superior quando comparado ao mesmo solo cultivado em sistema convencional, apresentando menor densidade, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior agregação (CARVALHO et al., 2004). Nestas condições haverá uma maior atividade biológica e um aumento na mineralização de nitrogênio (JOFFRE et al 1988, HANG et al 1995).

As características edáficas e climáticas proporcionadas por este micro clima criam as condições necessárias para o aumento da biodiversidade, onde as árvores, os animais de

produção, a macro e micro fauna silvestre e os organismos do solo cumprem seu papel ecológico interagindo entre si e proporcionando estabilidade ao sistema (CARVALHO et al., 2004). Maiores valores em diversidade de fauna são encontrados sob as copas das árvores (DIAS et al., 2006), com potencial para serem agentes benéficos (AUAD et al., 2007). Os SSPs geram sistemas produtivos que provocam impactos positivos na diversidade zoológica, com o aumento do tempo de utilização ocorre um aumento da macro fauna com dominância de Anelídeos (WILD et al., 1993; LAZO et al., 2007), ou seja, há um aumento na população de minhocas que são benéficas ao solo por humificar a matéria orgânica.

Em SSPs as forrageiras, gramíneas e leguminosas, podem ser beneficiadas pelo sombreamento, mas deve-se escolher uma da espécie herbácea que se adapte a este tipo de exploração. A maioria das forrageiras tropicais se adapta bem, como por exemplo, as do gênero *Brachiaria*, que em níveis de 30% a 50% de sombreamento, apresentam maior produtividade que a pleno sol (MARTUSCELLO et al., 2009), apresentando também um aumento nos teores de proteína bruta (SOUSA et al., 2007a), redução nos teores de fibra em detergente neutro e um incremento na digestibilidade (PACIULLO et al., 2007). As forrageiras deste gênero apresentam plasticidade fenotípica, em resposta aos diferentes níveis de sombreamento, o que lhes confere elevado potencial para uso em SSPs (PACIULLO et al., 2008). Outros gêneros também são tolerantes ao sombreamento, como os *Panicum* e entre as leguminosas os *Arachis* (SOARES et al., 2009 ; ANDRADE et al., 2004).

O planejamento é fundamental para o bom desenvolvimento do sistema e para o melhor aproveitamento possível dos recursos disponíveis, tornando as interações ecológicas positivas. O formato da copa das árvores, sua densidade e distribuição espacial no pasto exercem influencia sobre o solo e as forrageiras. A composição botânica da pastagem é determinada, entre outros fatores, pelo sombreamento. A diferença da radiação incidente no

extrato inferior do bosque determina as quantidades de espécies C_4 e C_3 (PILLAR et al., 2002). A quantidade de forragem disponível e as concentrações micro e macro elementos são diferentes na linha e entrelinha das árvores quando plantadas em faixas (OLIVEIRA et al., 2007) e há um decréscimo de transferência de nitrogênio da leguminosa para o capim com o aumento da distância em relação ao tronco das espécies arbóreas (DIAS et al., 2007).

O manejo é determinante na sustentabilidade do sistema. Destacam-se dois tipos: 1) o manejo vegetal, que são as podas e/ou retirada de espécies e/ou introdução de novas espécies e 2) o manejo animal, que são: as espécies de animais e raças escolhidas, categoria animal, taxa de lotação, período de ocupação, período de descanso, etc. A soma desses dois tipos de manejo, animal e vegetal, vão configurar o sistema a favor do equilíbrio desejado para cada objetivo.

O comportamento de animal é o elo entre o sistema de produção e o manejo imposto pelo humano. Tanto o animal modifica o sistema como este influencia o comportamento. A compactação ao solo e a proporção das leguminosas no consórcio com as gramíneas são influenciadas pelo manejo dos animais (BAGGIO, 1988; ANDRADE et al., 2003); Dias et al (2008) comparando três leguminosas arbóreas, constataram que apenas uma delas pode ser indicada para introdução na presença do gado sem proteção. Esses são alguns entre muitos exemplos da interação ecológica dos animais e as pastagens.

2.9 ARQUITETURA DA PASTAGEM

A pastagem é o espaço arquitetonicamente organizado e animado que constitui um meio físico e psicológico, especialmente preparado para o exercício de atividades dos animais que nele vivem, é o espaço onde o gado bovino é parte e sujeito desse ambiente (COSTA,

2000). O comportamento dos bovinos provoca a heterogeneidade espacial da pastagem gerando importantes conseqüências no ecossistema (ADLER et al., 2001), principalmente em grandes áreas e mal manejadas. O estudo do comportamento representa importante ferramenta no entendimento das relações no ecossistema de pastagem (PARSONS et al., 2001). O uso sustentável das pastagens depende de um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos, porém para se manejar adequadamente é necessário que a arquitetura da pastagem seja favorável (facilitadora).

O comportamento dos bovinos, além da sua herança biológica, é também determinado pelo dimensionamento e a localização dos componentes do sistema pastagem, tais como: bebedouros, cochos de suplementação, porteiras de acesso, corredores, sombras, entre outros (PASCOA & COSTA, 2007). As alterações provocadas pelo comportamento dos bovinos no ecossistema são observadas pelas mudanças na diversidade de plantas (MICHUNAS & LAUENROTH, 1993), pelo subpastejo em algumas áreas e superpastejo em outras (GOULART, 2006), pela formação de trilhas, malhadouros, erosões, etc.

O sistema pastagem é um sistema aberto, ou seja, tem entrada e saída de matéria e energia (D'AGOSTINI & CUNHA, 2007). A saída se faz na forma de erosão, lixiviação, produtos de origem animal, etc. A entrada ocorre através da radiação solar, chuva, irrigação, ventos e insumos. A reposição de nutrientes para as plantas, de vital importância para a pastagem, é feita por estas entradas, mas também pode e deve ser feita pela ciclagem na matéria orgânica. Este processo é feito pelas árvores (quando em sistemas silvipastoris) que retiram nutrientes das camadas mais profundas e os depositam sobre o solo na forma de serapilheira, pelos microorganismos e pelos excrementos dos bovinos (fezes e urina). Até 90% dos nutrientes retornam ao sistema através dessas excreções (MONTEIRO & WERNER, 1997).

Um hectare de uma pastagem bem formada e manejada no centro-oeste, comporta em média duas Unidades Animais (1UA = 450kg de PV), que depositam por ano neste espaço, aproximadamente, 18 toneladas de fezes e 10 mil litros de urina (MACHADO, 2004). Segundo dados do trabalho de Aguiar et al (2006) neste total de excrementos conteria aproximadamente a 158 kg de N, 36 kg de P, 195kg de K, 115 kg de Ca, 46 kg de Mg e 26kg de S. Porém esta reciclagem de nutrientes só será eficaz se for distribuída de forma homogênea. A arquitetura da pastagem, por meio da distribuição de seus componentes irá contribuir para uma maior dispersão dos animais e, conseqüentemente, das fezes e da urina. Mas o manejo adequado não deve ser relegado, pois juntamente com a arquitetura, influenciam no comportamento dos animais que executam o processo.

3. OBJETIVOS

Avaliar a influência de diferentes disponibilidades de sombreamento na resposta fisiológica e comportamental das fêmeas bovinas leiteiras, assim como a distribuição espacial desses animais e de suas fezes nas pastagens.

4. METODOLOGIA

4.1 LOCAL E ANIMAIS

O experimento foi realizado na fazenda Prisca, uma unidade produtiva familiar, dedicada à pecuária leiteira, com área total de 33 ha, localizada na região centro-oeste do Brasil, no município de Goiás - GO, georreferenciada em 15°54'56''S e 50°07'07''WO e com altitude de 578m.

O rebanho total da propriedade contava com 22 vacas mestiças Gir, Holandês e Jersey, com grau sangue médio de 83,3% taurino e 16,7% zebuino, peso médio 440 ± 77 kg e com produção média $9,7 \pm 0,4$ kg de leite/dia. Destas, 12 foram selecionadas e distribuídas em quatro grupos de três vacas, em função da raça, do grau de sangue, do peso, da condição corporal, da idade, produção de leite e do estágio de lactação.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O modelo estatístico utilizado foi o quadrado latino, onde todos os tratamentos são testados por todos os grupos de vacas em quatro períodos diferentes (QL 4X4). Os quatro tratamentos foram: piquete sem sombra (sol), piquete com sombra única (única), piquete com sombra em bosque (bosque) e piquete com sombra dispersa (dispersa), como mostra o esquema da FIGURA 2. A sombra usada no experimento é proveniente de espécies nativas já existentes na área, surgidas espontaneamente por regeneração natural e deixadas nas pastagens na forma de roçada seletiva. As principais espécies eram: Angico (*Anadenanthera colubrina*), Gonçalves-Alves (*Astronium fraxinifolium*), Aroeira (*Schinus terebinthifolius*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Ipê (*Tabebuia alba*), Baru (*Dipteryx alata*), Tamburil (*Enterolobium contortisiliquum*), Tarumã (*Vitex megapotamica*), Angelim (*Vatairea*

macroparpa), *Araticum* (*Annona crassiflora*), *Cagaita* (*Eugenia dysenterica*), *Murici* (*Byrsonima crassifolia*), entre outras.

A sombra do tratamento “dispersa” contava com uma média de 53 ± 9 árvores por piquete, que equivale a 240 árvores/ha. A sombra do tratamento “bosque” ocupava no piquete uma faixa longitudinal de 3 metros de largura. A sombra do tratamento “única” era uma sombra artificial feita com madeira e palha de palmeira, nas medidas: 2 m de largura x 2 m de comprimento x 2 de altura (área de sombra de 4 m²).

Os bebedouros usados foram caixas d’água circulares, plásticas, azuis, com capacidade de 500 litros. Os saleiros usados foram tambores plásticos de 50 litros, cortados ao meio, formando dois copos com capacidade de 25 litros e ambos distribuídos nos piquetes segundo esquema da FIGURA 2.

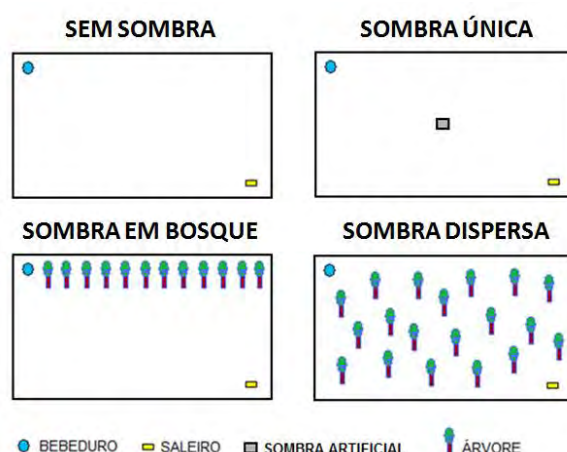


FIGURA 2. Esquema da arquitetura dos piquetes e distribuição espacial da sombra, do bebedouro e do cocho de suplementação mineral.

Os piquetes, delimitados com cerca elétrica de um fio, tinham área de 2.204 m², no formato retangular, com 38m de largura por 58m de comprimento. No total os 16 piquetes, quatro para cada tratamento, ocuparam uma área de 35.264 m². Cada piquete foi subdividido, em 24 subáreas (quadrantes) com medidas de 9,5 m x 9,7 m. Isto foi feito por meio da marcação com sinalizadores coloridos nas cercas das parcelas, sendo os quadrantes

identificados pela intersecção visual dos alinhamentos e denominados segundo esquema da FIGURA 3.

A1	B1	C1	D1	E1	F1
A2	B2	C2	D2	E2	F2
A3	B3	C3	D3	E3	F3
A4	B4	C4	D4	E4	F4

FIGURA 3. Esquema da divisão do piquete em subáreas (quadrantes) e respectivas identificações.

Adjacente às parcelas experimentais foi selecionada uma área adicional de 6 ha, com água e sal mineral disponíveis, e com características semelhantes de pastagem, para utilização depois das avaliações diárias. As pastagens utilizadas foram de *Brachiária brizanta*, formadas a partir do desmatamento da vegetação nativa, aproximadamente há 15 anos.

4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Quarenta e cinco dias antes de iniciar o experimento as pastagens, tanto as parcelas experimentais como a área adjacente, foram submetidas a um pastejo intensivo, de forma a deixar uma sobra de capim com 10 cm de altura. Esse procedimento teve o objetivo de padronizar a disponibilidade de pasto nos piquetes. Cada piquete foi ocupado pelas vacas por um período de três dias, sendo um dia para adaptação e dois dias para coleta dos dados.

Os animais eram recolhidos da pastagem adjacente e ordenhados pela manhã entre às 5h:30min e 7h:30min, ocasião em que fazia-se a coleta de dados individuais de cada animal, tais como: 1) Produção de leite (kg): usando-se uma balança própria para pesagem de leite, com precisão de 0,1 kg; 2) Temperatura retal: usou-se termômetro veterinário de coluna de mercúrio introduzido no reto da vaca por três minutos; e 3) Frequência respiratória: observação visual e contagem dos movimentos respiratórios por 30 segundos e multiplicando-se este por dois para estimar a frequência por minuto.

Após a apartação dos bezerros e a formação dos grupos, as vacas eram conduzidas aos piquetes experimentais. Às 8h:30min iniciava-se a coleta de dados do etograma e da localização espacial das vacas dentro do piquete. Este procedimento durava até às 15h:40min, quando as vacas eram reconduzidas para a sala de ordenha e entre às 16h:00min e 18h:00min era realizada a segunda ordenha do dia e repetidas as rotinas e procedimentos feitos pela ordenha da manhã. Após, as vacas eram reunidas em grupo único, na pastagem adjacente às parcelas experimentais, onde ficavam até o reinício das rotinas no dia seguinte.

As observações ocorreram exclusivamente enquanto os animais estavam no piquete, no intervalo entre as ordenhas da manhã e da tarde iniciando assim que os animais entravam na nova parcela. A metodologia empregada foi de observações visuais e diretas, com registros instantâneos a cada dez minutos (ALTMANN, 1974). Em cada instantâneo era registrado o comportamento de cada animal do grupo. Foi utilizada uma planilha para rápido preenchimento nas seguintes categorias e definições que têm sido adotadas pelo LETA:

- 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 em pé: animal mastigando, com movimentos dorsos-ventrais e latero-

laterais de mandíbula; em estação.

- Ruminando deitada: animal mastigando, com movimentos dorsos-ventrais e latero-laterais de mandíbula; posição de decúbito esternal.
- À toa em pé: animal em estação sem movimentos de mastigação. Parado em pé.
- À toa deitada: animal em decúbito esternal, ou lateral sem movimentos de mastigação. Parado deitado.
- Andando: animal se locomovendo com a cabeça acima do nível superior da pastagem. Deslocamento sem apreensão de alimento nem mastigação.
- Bebendo: animal com lábios submersos na água com movimentos de garganta característicos de ingestão de água.
- Mineralizando: animal lambendo ou ingerindo suplemento mineral.
- Era, também, registrado se o animal estava na sombra ou não e as reações agonísticas.

Quando da coleta de dados do etograma, por meio da observação visual do cruzamento entre abscissas e coordenadas, era também identificada a distribuição espacial da vaca no piquete no momento da execução daquele comportamento e a situação micro ambiental (sol ou sombra). A distribuição espacial das fezes no piquete era estimada um dia após a saída das vacas do piquete pela contagem do número de bolos fecais em cada subárea.

Quando as vacas entravam no piquete pela manhã o bebedouro estava com água nivelada até uma marca contida em toda circunferência da parede interna do mesmo. A medição da quantidade de água consumida foi feita no final do dia, completando-se o reservatório, até esta marca, com volume de água conhecido. Media-se assim o consumo de água diário do grupo. A temperatura da água dos bebedouros foi monitorada através de um

termômetro de coluna de álcool. Esta medida foi realizada no momento da medição da quantidade de água.

Para a medição da temperatura e a umidade no local do experimento foram utilizados dois termo-higrômetros digitais portáteis, um localizado a pleno sol e o outro localizado na sombra. Dados meteorológicos detalhados da micro-região durante os dias do experimento foram adquiridos do banco de dados do CPTEC-INPE da estação meteorológica de Goiás-Go, distante 5 km do local do experimento.

4.4 DADOS METEOROLÓGICOS

Para efeito de análise das condições climáticas utilizou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), classificado segundo Pires & Campos (2004) da seguinte forma: *Menos ou igual a 70: normal* – animais na faixa de temperatura e umidade ideal; Entre 70 e 72: **alerta** – condições climáticas no limite; Entre 72 e 78: **alerta** – desempenho comprometido; Entre 78 e 82: **perigo** – o animal está com todas as funções orgânicas comprometidas; e acima de 82: **emergência** – é preciso tomar providências urgentes. O cálculo do ITU foi feito pela fórmula descrita por Pires & Campos (2008):
$$\text{ITU} = T_{bs} + 0,36T_{po} + 41,5$$

onde: T_{bs} é a temperatura do bulbo seco em °C e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho em °C.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados das variáveis: tempo pastando, tempo ruminando, tempo de outros comportamentos, consumo de água, produção de leite, temperatura retal e frequência respiratória; foram submetidos a análise de variância empregando o teste de Duncan, por meio do programa estatístico SAS. Foi considerado na análise a média de cada grupo, nos quatro tratamentos e nos quatro períodos experimentais.

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”; μ 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”; ε_{ijk} é o erro aleatório ($0, \sigma^2$).

Os dados das variáveis, distribuição das vacas e das fezes nos quadrantes dos piquetes, foram analisados por meio de tabelas de contingência (*crosstables*). A análise testada pelo qui-quadrado compara as frequências observadas com as frequências esperadas, consideradas caso não houvesse diferença entre os tratamentos.

Todas as conclusões foram obtidas considerando 5% como nível de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. DADOS METEOROLÓGICOS

A temperatura média do ar na estação meteorológica foi de $28,3 \pm 1,5$ °C; com média das mínimas de $23,2 \pm 1,6$ °C e média das máximas de $31,1 \pm 0,9$ °C. No local do experimento, a pleno sol a média foi de $34,9 \pm 13,6$ °C; com média das mínimas de $21,9 \pm 1,5$ °C e média das máximas de $47,9 \pm 2,4$ °C; na sombra a média foi de $26,4 \pm 3,9$ °C; com média das mínimas de $22,9 \pm 1,4$ °C e média das máximas de $30,0 \pm 1,3$ °C. A UR média na estação meteorológica foi de $58,5 \pm 8,4$ %; com média das mínimas de $46,1 \pm 7,4$ % e médias das máximas de $77,5 \pm 5,3$ %. No local do experimento, a pleno sol a média foi de $35,4 \pm 26,2$ %; com média das mínimas de $11,3 \pm 5,4$ % e média das máximas de $59,6 \pm 10,0$ %; na sombra a média foi $62,4 \pm 16,5$ %; com média das mínimas de $47,3 \pm 5,8$ % e médias das máximas de $77,5 \pm 5,3$ %. O ITU médio calculado foi de 76, 83 e 74 para a estação meteorológica, pleno sol e na sombra, respectivamente. Em todos os dias os valores do ITU da estação meteorológica e da sombra estiveram entre 74 e 78, valores que se encontram dentro da classe que as vacas estariam com seu desempenho comprometido devido a condições climáticas desfavoráveis. Já os valores coletados a pleno sol ficaram acima de 82, que sugere que o animal está em risco.

Os valores do ITU mostram que não houve uma variação climática considerável entre os dias do experimento. Quando as vacas estavam no tratamento “sol” sofreram com o ITU de 82, que chegou a esse valor apenas quando não havia sombra. O estresse calórico aumenta com o valor do ITU, podendo superar o limite tolerado pelos animais (DUPREEZ et al., 1991; RAVAGNOLO et al., 2000; MARCHETO, 2002). Com ITU acima de 80, os animais

procuram a sombra para evitar o calor por radiação direta (ARMSTRONG, 1993; MULLER et al., 1994; SILVA, 2008). O ITU tem influência sobre os padrões fixos de comportamento, ajustes hormonais coordenados pelo sistema neuroendócrino conduzem a alterações no comportamento no sentido de uma adaptação aos desafios (TALEGON, 1993; PORTUGAL, 2000).

5.2 COMPORTAMENTO E FISIOLOGIA

Os percentuais dos tempos de pastoreio, ruminação e outros comportamentos são mostrados na TABELA 1.

TABELA 1. Tempos percentuais que as vacas se dedicavam ao pastoreio, ruminação ou outros comportamentos, de um total 430 minutos de observação por dia. Os números seguidos de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).

COMPORTAMENTO (% do tempo)			
TRATAMENTOS	PASTANDO	RUMINANDO	OUTROS
SOL	55 b	13 b	32 a
ÚNICA	55 b	23 a	22 b
BOSQUE	64 a	23 a	13 c
DISPERSA	65 a	24 a	11 c

Durante o período observado, o percentual de tempo pastando foi maior quando as vacas estavam nos tratamentos “bosque” e “dispersa”, do que nos tratamentos “sol” e “única” ($P = 0,03$). O tempo ruminando foi menor quando as vacas estavam no tratamento “sol” do que nos demais ($P = 0,003$). O percentual do tempo das vacas em outros comportamentos foi

maior ($P < 0,001$) no tratamento “sol”, intermediário no tratamento “única” e menor em “dispersa” e “bosque”.

O tempo que as vacas permaneceram na sombra e o tempo que ficaram deitadas são mostrados na TABELA 2.

TABELA 2. Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram na sombra ou no sol e em pé ou deitadas, de um total 430 minutos de observação por dia. Os números seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (5%).

TRATAMENTO	LOCALIZAÇÃO (%)		POSIÇÃO (%)	
	NO SOL	NA SOMBRA	EM PÉ	DEITADA
SOL	100 a	0 c	95 a	5 c
ÚNICA	65 b	35 b	81 c	19 a
BOSQUE	44 c	56 a	85 bc	15 ab
DISPERSA	44 c	57 a	88 b	12 b

O tempo total de uso da sombra pelas vacas foi maior ($P < 0,001$) nos tratamentos “bosque” e “dispersa”, do que no tratamento “única”. Os tempos que as vacas permaneceram deitadas apenas o tratamento “sol” foi diferente de todos os outros tratamentos. O tratamento “única” foi semelhante ao tratamento “bosque” e diferente do tratamento “dispersa”. Os tratamentos “bosque” e “dispersa” são semelhantes entre si ($p = 0,003$).

Não se registraram reações agonísticas entre as vacas quando estavam nos tratamentos “bosque” e “dispersa”. Já quando estavam nos tratamentos “sol” e “única”, houve 5 e 12 ocorrências, respectivamente.

Os resultados referentes a temperatura retal e frequência respiratória, são apresentados na TABELA 3.

TABELA 3. Médias das Temperaturas Retais e Frequências Respiratórias (movimentos por minuto), de manhã e à tarde, e a diferença entre elas. As médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, se diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%.

TRATAMENTOS	TEMPERATURA RETAL (°C)			FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA		
	MANHÃ	TARDE	DIFERENÇA	MANHÃ	TARDE	DIFERENÇA
SOL	38,0	39,8	1,8 a	39,0	97,3	58,3 a
ÚNICA	38,1	39,7	1,6 a	37,8	85,7	47,9 b
BOSQUE	38,2	39,2	1,0 b	37,3	69,0	31,7 c
DISPERSA	38,1	39,4	1,3 b	37,3	69,0	31,7 c

Pela manhã, não houve diferença entre a temperatura retal ou a frequência respiratória das vacas. Já a variação da manhã à tarde da temperatura retal e da frequência respiratória teve efeito significativo ($P = 0,005$ e $P = 0,001$ respectivamente) dos tratamentos.

Os resultados do experimento podem ser agrupados em três situações distintas, a primeira onde os animais não tinham disponibilidade de sombra como no tratamento “sol”, a segunda onde os animais tinham sombra insuficiente como no tratamento “única” e a terceira onde os animais tinham sombra abundante como nos tratamentos “bosque” e “dispersa”. Estes dois últimos tratamentos não apresentaram diferenças em nenhuma das variáveis, indicando que a forma de distribuição da sombra, tanto em bosque como dispersa na pastagem, não influenciou nos comportamentos e aspectos fisiológicos analisados.

Na ausência de sombra os animais tiveram a frequência de pastejo igual à situação de presença de sombra insuficiente, mas ambos com tempos menores que nas situações de sombra abundante. O tempo de pastejo correlaciona-se negativamente com a temperatura ambiente, o que é suportado pela observação de outros autores (PIRES et al., 1999; PORTUGAL, 2000 e WERNECK, 2001).

Sem sombra, o tempo de ruminação, o tempo que as vacas permaneceram deitadas e o consumo de água, foram menores que em todas as outras situações. Os fatores climáticos

afetam o tempo de ruminação, principalmente quando atuam como agentes estressores (SHULTZ, 1983; PIRES et al., 2001). O ato de deitar é considerado prioritário para as vacas, sendo que a variação da frequência deste comportamento é influenciada, entre outros fatores, pela temperatura (KRON & MUNKSGAARD, 1993; SHULTZ et al., 2008). Os animais se ajustam ao ambiente térmico alterando sua postura (POUGH et al., 1993; PIRES et al., 1998) passando maior tempo na posição em pé para aumentar a perda de calor (PIRES et al., 2001; WERNECK, 2001).

A temperatura da água nos bebedouros foi estável entre 28 °C e 29 °C. O consumo diário médio de água, do grupo de vacas, foi maior ($P < 0,001$) quando elas estavam nos tratamentos “bosque” (76 L) e “dispersa” (74 L) e intermediário no tratamento “única” (65 L). O menor consumo ($P < 0,001$) foi verificado quando as vacas estavam no tratamento “sol” (59 L). O consumo de água é uma importante estratégia do animal para manter o equilíbrio térmico (MADER & DAVIS, 2004), o aumento da temperatura ambiente causa aumento da ingestão de água (MEYER et al, 2006; BEATTY et al, 2006). Existe uma concentração na frequência de ingestão de água no período mais quente do dia, mas os animais também procuraram por esse recurso em outros horários (POSSA, 1989; DAMASCENO, 1999; NEIVA, 2002). Não foi medido o consumo de água em 24 horas, portanto justifica-se o menor consumo de água na situação de ausência de sombra, pela prioridade que o animal daria, no período da coleta de dados, para a perda de calor via aumento da frequência respiratória. Com ITU acima de 82, representando risco para a sobrevivência, fisiologicamente o organismo escolheria uma forma endógena como a FR para solução do problema (SILVA & STARLING, 2003). Também, por haver disponibilidade de água dentro do piquete o consumo foi otimizado em todos os tratamentos (COIMBRA, 2007), mas este benefício não foi aproveitado pelas vacas nos tratamentos sem sombra ou com sombra

insuficiente devido à letargia das vacas, que diminuía todos os comportamentos, inclusive o de beber água.

Sem sombra o tempo de outros comportamentos e a FR foram maiores que em todas as outras situações, já a TR foi igual à situação de sombra insuficiente, mas também maior que nas situações de sombra abundante.

Os “outros comportamentos” considerados nesse experimento tiveram o ócio como o comportamento mais representativo com 90% contra 10% da soma de andando, defecando, urinando e bebendo. Os animais ficam mais tempo em ócio nos períodos de maior radiação solar (DAMASCENO, 1999), necessitam do ócio e o priorizam em determinadas ocasiões (ZANIVE et al., 2007). Na situação sem sombra pode-se observar que as vacas ficaram mais tempo em ócio, de pé, paradas e ofegantes, com isso aumentavam o contato da superfície do corpo com os ventos e facilitavam a respiração (SHULTZ, 1983; PERERA et al., 1986; PIRES et al., 2001).

A FR está sujeita a variações atribuídas a fatores extrínsecos como os fatores climáticos, inclusive sombreamento (MULLER et al., 1994; PIRES et al., 1998). Na ausência de estresse térmico a FR é de 20 a 60 mov/min (RANDALL et al., 1997), sob estresse moderado 80 a 120 mov/min. e quando ultrapassa 120 mov/min pode sinalizar que as vacas estão sob carga excessiva de calor (GAUGHAN et al., 1999; AZEVEDO et al., 2005). No presente experimento, nas situações em que os animais não tinham sombra à disposição ou a tinham de forma insuficiente verificou-se que as médias da FR foram de 97 e 86 mov/min respectivamente, dentro da faixa de estresse moderado. As vacas sem sombra ou com sombra insuficiente, nas horas mais quentes do dia, ultrapassaram o valor de 120 mov/min, observado pelo comportamento ofegante.

O aumento da FR na indisponibilidade de sombra também foi verificado por outros pesquisadores (MITLÖHNER et al., 2001; FERREIRA et al., 2006; CUNHA et al., 2007). Nesse ambiente, a temperatura do ar é próxima ou maior que a corporal, tornando ineficaz a termólise por condução e convecção (SILVA, 2000). Portanto, a evaporação no trato respiratório é um mecanismo essencial para a regulação térmica (CENA & MONTEITH, 1975; STARLING et al., 2002; MORAIS et al., 2008). Os tratamentos “sol” e “única” apresentaram maiores diferenças, quanto a FR, entre as temperaturas vespertinas e matutinas, como constatado também por Cunha (2007) com animais mantidos a céu aberto.

A TR mostra tendência de elevação no decorrer do dia (BACCARI JR et al., 1984; MARTELLO, 2002; NEIVA, 2004). Dependendo do nível de adaptação nos animais ao clima (AZEVEDO et al., 2005), e da eficiência dos mecanismos de termo-regulatórios do indivíduo a TR pode manter-se dentro dos limites fisiológicos ou ultrapassar estes limites causando prejuízos a saúde do animal (AZEVEDO, 2005; FERREIRA et al., 2009a). Nos tratamentos “sol” e “única” mesmo o aumento expressivo da FR não foi suficiente para manter a TR ao nível fisiológico, semelhante ao encontrado por Ferreira et al. (2006), que aferiram temperaturas de 41,1°C à tarde.

O tempo na sombra, na situação com sombra insuficiente, foi menor que com sombra abundante devido a competição pela sombra verificada no maior número de reações agonísticas. Existe uma correlação positiva entre a hierarquia social dos animais e o tempo que permanecem à sombra (SHERWIN & JOHNSON, 1987; POSSA, 1989). O tempo na sombra, mesmo menor, foi o bastante para influenciar positivamente os animais, como foi verificado nos tempos de ruminação, que se igualaram às situações de sombra abundante e no tempo deitada, que se igualou ao tratamento “bosque” (sombra abundante). Com sombra insuficiente as vacas se deitaram na sombra 82% das vezes, sugerindo que sua igualdade com

“bosque”, se deva ao fato da vaca permanecer deitada na sombra como forma de garantir o espaço conseguido.

Ainda, na insuficiência de sombra, o tempo de outros comportamentos, o consumo de água e a FR foram menores que na situação sem sombra, apesar de serem maiores que nas situações de sombra abundante. Porém, a quantidade insuficiente de sombra não foi bastante para diminuir a TR em relação às situações sem sombra. A taquipnéia é observada antes da elevação da TR devido à maior sensibilidade da FR como indicador do estresse calórico (BHATTACHARYA & UWAYJAN, 1975; BROWN-BRANDL et al, 2005; RIBEIRO et al., 2008;).

Nas situações com sombra abundante ficou demonstrada a importância da sombra na pastagem, pois se observou maiores tempos de pastejo, de ruminação e de sombra. Os locais sombreados são opções para as vacas sob estresse calórico encontrarem temperaturas mais confortáveis (PIRES e CAMPOS, 2008). É preciso que o recurso da sombra exista em abundância para satisfazer as necessidades das vacas (TUCKER et al., 2008; SCHUTZ et al., 2010). Geralmente, verifica-se que o percentual de vacas comendo durante as horas mais quentes do dia é maior em ambientes sombreados (PERERA et al., 1986; SHULTZ, 1983; COSTA, 1995).

O ato de ruminar é uma atividade onde ocorre um estado de relaxamento (ALBRIGHT, 1993), as vacas ficam quietas e relaxadas, e preferem ruminar na sombra (MIRANDA et al., 1999; DAMASCENO et al., 1999; SOUZA et al., 2007b), deitadas e com lateralidade esquerda para otimizar o posicionamento do rúmen (ALBRIGHT, 1993). Os bovinos têm preferência por se deitarem na sombra (LEME et al., 2005). Nesse experimento, em situações com sombra abundante as vacas se deitaram em média 98% das vezes na sombra e tiveram menores tempos de ócio e em pé. Colaborando assim para um menor estresse

calórico dos animais, e conseqüentemente, maior ingestão de água e menores FR e TR. A TR é usada como índice de adaptação fisiológica ao estresse calórico, pois seu aumento indica que os mecanismos termorreguladores tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997; SPIERS et al., 2004). A referência fisiológica para essa variável nos bovinos está entre 38 e 39,5°C sob condições termoneutras (DUPREEZ, 2000). Um valor superior a 39,2°C é um indicativo de estresse por calor (DHIMAN & ZAMAN, 2001; WEST, 2002). No experimento a média das temperaturas à tarde ($39,5 \pm 0,3$) apresentou valor superior a 39,2°C e foi verificado em várias vacas temperaturas acima do 40,0 °C. Com sombra abundante, a TR média dos animais foi menor que o limite superior da referência fisiológica, em concordância com vários autores (STOBER, 1993; SOTA, 1996; MORAIS et al., 2008).

A produção de leite média das vacas durante o experimento foi de 9,72kg/vaca/dia, sem diferença estatística devida aos tratamentos ($p = 0,30$).

5.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VACAS E DAS FEZES

A frequência esperada, caso houvesse perfeita homogeneidade de ocupação nos quadrantes, seria 43, igual para todos os tratamentos. Este valor da frequência esperada foi obtido pela soma de todas as frequências observadas (1032) dividido pelo número de quadrantes (24). A frequência observada é mostrada na TABELA 4.

TABELA 4. Frequência observada das vacas nos quadrantes.

DISTRIBUIÇÃO DAS VACAS												
SOL							ÚNICA					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E
1	307	53	40	35	14	12	1	50	19	30	17	14
2	40	62	63	29	20	21	2	17	39	376	49	29
3	29	41	31	34	34	25	3	20	38	70	50	26
4	24	30	16	22	19	31	4	11	29	31	28	18
BOSQUE							DISPERSA					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E
1	101	45	31	63	53	86	1	31	87	59	39	24
2	30	93	94	47	56	44	2	47	86	71	54	62
3	12	21	46	41	40	31	3	21	60	52	37	36
4	10	18	25	21	10	14	4	23	30	47	46	27

Em todos os tratamentos as frequências observadas diferem das esperadas ($P < 0,001$). O CV foi de 134% para o tratamento “sol”, 168% para o “única”, 64% para o “bosque” e 47% para o “dispersa”. Estes resultados mostram que a heterogeneidade, além de presente, variou entre os tratamentos. O CV avalia a instabilidade relativa, servindo de índice de dispersão (SAMPAIO, 2007).

As vacas se distribuíram de forma heterogênea nos quadrantes. Numa distribuição aleatória se esperaria uma homogeneidade. No tratamento “sol”, houve maior frequência (307) no quadrante A1, provavelmente devido às porteiras de saída dos piquetes estarem ali localizadas, esse valor é 614% acima da frequência esperada. No tratamento “única” houve maior frequência (376) no quadrante C2, onde se localizava a sombra. Esse valor é 772 % acima da frequência esperada. No tratamento “bosque” observaram-se valores de 101 para A1, 93 para B2 e 94 para C3, sendo 135%, 116% e 119% acima da frequência esperada, respectivamente. A soma dos valores das linhas 1 e 2, mais próximas ao bosque, representaram 72% da frequência observada, sobrando 28% para as linhas 3 e 4, mostrando que as vacas ocuparam por mais tempo a metade do piquete próxima ao bosque. No tratamento “dispersa” o maior valor acima da frequência esperada foi de 87, valor 102%

maior, a diferença entre as frequências máxima e mínima foi de 73, a menor entre os tratamentos.

A distribuição espacial dos animais na pastagem está relacionada com o uso do espaço. A dispersão não ocorre ao acaso, estando relacionada com as estruturas físicas e biológicas do ambiente, com o clima e com o comportamento animal (ARNOLD & DUDZINSKI, 1978). Os animais ocupam por mais tempo algumas áreas em detrimento de outras (PARSONS et al., 2001). Os mecanismos de escolha, dentre outros fatores, estão relacionados com a disponibilidade e distribuição dos recursos necessários ao animal (BAILEY et al., 2001; GANSKOPP, 2001) e aos fatores que favorecem a termorregulação, como a sombra (STUTH, 1991).

A frequência esperada de ocorrência de fezes em cada quadrante era de 8,5 – 9,3 – 8,8 e 7,0 fezes/quadrante para os tratamentos “sol”, “única”, “bosque” e “dispersa”, respectivamente. Estes valores foram obtidos dividindo-se a soma das frequências observadas (204, 225, 210 e 167) pelo número de quadrantes (24). A frequência observada é mostrada na TABELA 5.

TABELA 5. Frequência observada das fezes nos quadrantes.

DISTRIBUIÇÃO DAS FEZES												
SOL							ÚNICA					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E
1	26	14	11	9	4	6	1	9	11	9	11	2
2	13	11	9	10	6	5	2	8	7	20	20	5
3	14	6	7	7	3	5	3	4	11	29	16	6
4	10	7	6	2	1	12	4	9	7	7	4	11
BOSQUE							DISPERSA					
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E
1	19	10	7	20	6	22	1	8	7	9	6	4
2	9	10	15	15	4	6	2	8	8	7	8	4
3	12	8	8	5	2	0	3	8	3	6	8	9
4	9	5	4	2	6	6	4	7	6	8	9	7

À exceção do tratamento “dispersa”, a distribuição das fezes nos quadrantes dos demais tratamentos difere do esperado ($P < 0,001$). O CV foi de 61% para o tratamento “sol”, 68% para o “única”, 66% para o “bosque” e 23% para o “dispersa”.

No tratamento “sol” registrou-se a frequência máxima de 26 para o quadrante A1, sendo 206% acima da frequência esperada. A maior quantidade de fezes neste quadrante está associada ao maior tempo de ocupação das vacas neste local. No tratamento “única” observou-se valores para C2, D2, C3 e D3 de 20, 20, 29 e 16 respectivamente, sendo o menor destes valores 70% acima da frequência esperada. O fato de a sombra estar localizada no quadrante C2 mostra que as vacas defecaram mais na sombra e nas suas proximidades. No tratamento “bosque” observou-se valores de 19 para A1, 20 para D1 e 22 para F1, sendo o menor destes valores 151% acima da frequência esperada. Os Valores das linhas 1 e 2 (mais próximas ao bosque) representaram 68% da frequência observada, sobrando 32% para as linhas 3 e 4, também mostrando uma tendência das vacas defecarem mais próximo a sombra, e/ou nos quadrantes que ocuparam por mais tempo. No tratamento “dispersa” a frequência máxima observada foi 9, valor 29% maior que a frequência esperada, a diferença entre as frequências máxima e mínima foi 6, menor entre todos os tratamentos, apresentando uma distribuição mais uniforme das fezes na pastagem.

O CV das fezes foi de 61%, 68%, 66% e 23% para “sol”, “única”, “bosque” e “dispersa”, respectivamente, mostrando diferenças na dispersão das fezes entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores. Costa & Cromberg (1997) verificaram que a distribuição das placas de fezes na área ocupada pelos animais não é uniforme, ocorrendo concentração em áreas onde os animais permanecem por mais tempo, como próximo aos bebedouros, das cercas e das porteiras, bem como nas áreas sombreadas. Kruschewsky (2009) concluiu que as fezes dos bovinos foram distribuídas de

forma mais homogênea no sistema silvipastoril (SSP) em comparação com pastagem não arborizada. Na pastagem não arborizada houve uma concentração das fezes em locais restritos da pastagem, estando essas regiões de concentração associadas aos atos de descanso, proteção contra as altas temperaturas e consumo de água. Bráz et al. (2003) observaram que nas áreas onde os animais permaneceram a maior parte do tempo nas suas atividades de descanso e ruminação observou-se uma maior concentração de fezes.

Existe uma correlação entre o tempo total de permanência dos animais em determinados locais e número de fezes ali depositados (HAYNES & WILLIAMS, 1993; BRÁZ, 2001). Nesse experimento a correlação entre a distribuição das vacas e da ocorrência de fezes nos quadrantes dos piquetes foi de 79%, 49%, 62% e 3%, para os tratamentos “sol”, “única”, “bosque” e “dispersa”, respectivamente. A correlação bem próxima a zero indica que não há correlação entre os quadrantes que as vacas ocupam por mais tempo com o que elas defecam mais. A baixa correlação no tratamento “dispersa” deve-se aos animais terem podido executar todos os tipos de comportamentos por toda a área do piquete, já que a dispersão da sombra não condicionava comportamentos localizados. O hábito dos bovinos de não pastarem próximos aos bolos fecais novos (HUTCHINGS et al., 1998; PASCOA, 2005; ZANIN et al., 2009), também pode ter contribuído, já que os animais puderam manifestar esta preferência. A FIGURA 4, numa escala de frequência apresentada pela graduação de cores, mostra graficamente a correlação da distribuição espacial das vacas e das fezes.

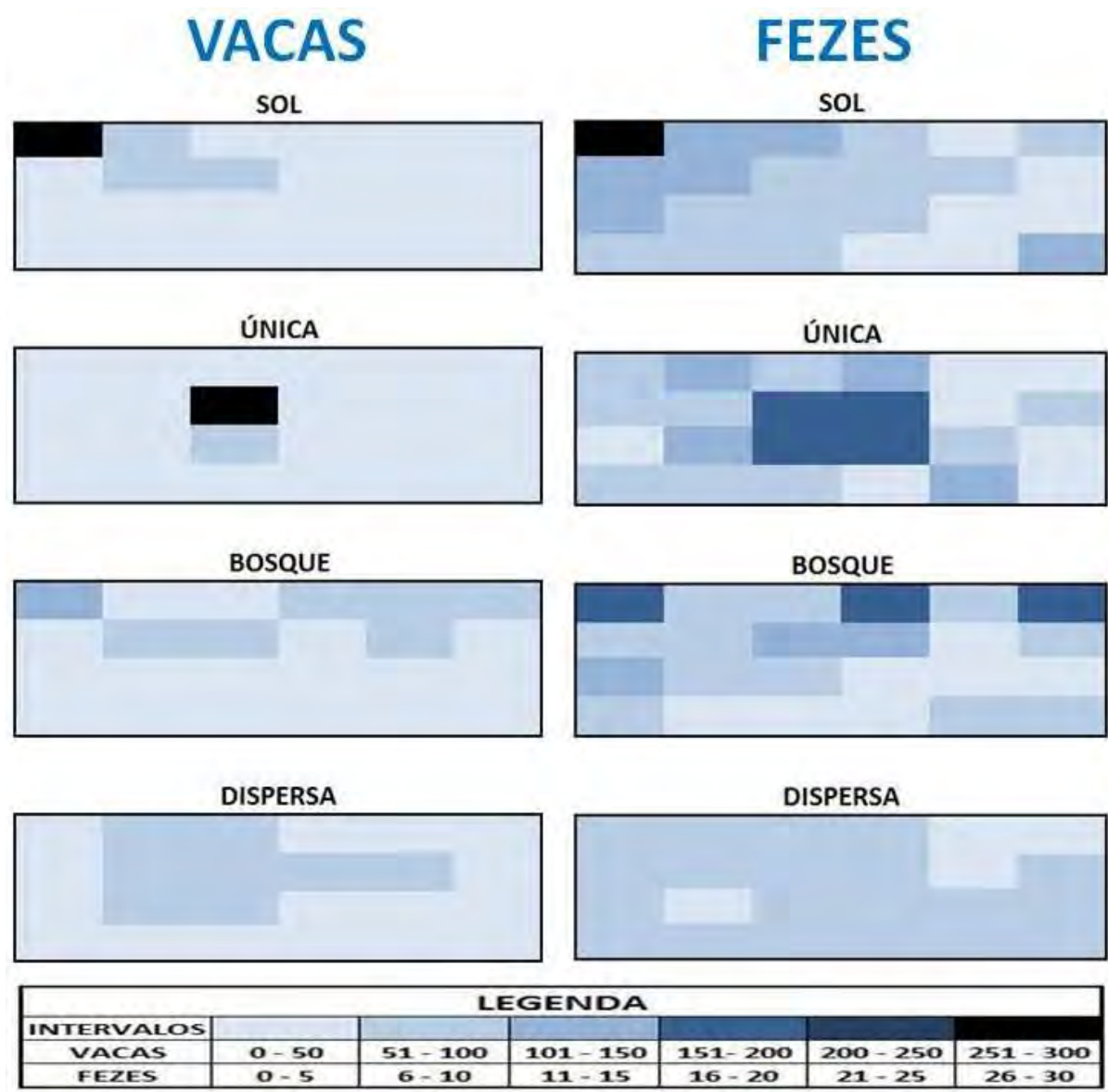


FIGURA 4 – Comparativo das frequências das vacas e das fezes pela graduação de cores.

6. CONCLUSÕES

A presença de sombra abundante na pastagem (em bosque ou dispersa) evita o estresse calórico, indicando melhor bem-estar dos animais. A sombra única foi insuficiente para o efetivo bem-estar dos animais, indicado pelas variáveis fisiológicas e comportamentais avaliadas nesse estudo. Conclui-se que sombra abundante, de árvores, assegura as melhores condições de bem-estar térmico para vacas leiteiras criadas a pasto no centro-oeste do Brasil.

A sombra abundante e bem distribuída no piquete induz a uma maior homogeneidade na distribuição das vacas e das fezes na pastagem, o que pode ter efeito a médio e longo prazo na fertilidade do solo. Sombra ausente levou a uma maior concentração das vacas e das fezes na saída do piquete, e sombra localizada levou a maior concentração na sombra e em suas proximidades.

7. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Os sistemas de produção agropecuários são sistemas complexos, constituídos de vários componentes, que formam uma teia de interações possíveis. As soluções para os entraves existentes ao funcionamento eficiente desses sistemas passam, necessariamente, por várias especialidades da ciência, contudo, uma visão sistêmica do processo e das interações entre os componentes do sistema é imprescindível. Essas interações se dão em/entre os níveis econômicos, ambientais, sócio-culturais, tecnológicos, políticos e legais, e nenhum destes aspectos deve ser relegado.

Buscou-se com este trabalho gerar informações relevantes sobre alguns aspectos da fisiologia e do comportamento frente aos desafios climáticos enfrentados pelos animais criados em clima tropical. Dentro de uma perspectiva sistêmica procurou-se abordar o tema, de modo que fosse observado não apenas o produto sombra, mas também, como este produto (componente) se interage com os demais componentes do sistema. A forma de interação entre os componentes pode ser o fator, que vai viabilizar ou não, a introdução de um novo componente ao sistema. Verificou-se nesse trabalho que a presença de sombra (árvore) é necessária ao funcionamento eficiente do sistema, mas que se usada de forma inadequada, em quantidade insuficiente e/ou em localização imprópria, pode prejudicar o alcance dos objetivos propostos.

Nos sistemas agropecuários existem inúmeros componentes e as formas como eles se interagem são ainda mais numerosas. Portanto, existe um infindável campo para pesquisas no tema, tanto no campo da arquitetura das pastagens (desenho do sistema) como no comportamento animal (manejo do sistema).

O componente humano com sua complexidade individual e social, movido por seus interesses, influencia na forma de utilização dos meios e nas interações ecológicas. Como a condução do processo pelo humano determina qualidade do ambiente, outros trabalhos poderiam explorar essa relação do componente humano nos sistemas agropecuários. Porém, não apenas do ambiente percebido pelo humano, mas também do ambiente percebido pelos outros animais. O que pode ser feito por meio de pesquisa em Etologia e Bem-estar animal. Nesse experimento verificou-se que as vacas ficavam irritadas quando estressadas, em todos os grupos observou-se que as vacas ao serem reconduzidas aos piquetes sem sombra no segundo dia de ocupação, se negavam e procuravam dificultar esta tarefa feita pelo vaqueiro, o que não ocorria nos outros tratamentos. Também, a competição das vacas pela sombra no

tratamento com sombra insuficiente, acarretou em transtornos ao grupo, como evidenciado nos resultados do experimento. Esses exemplos mostram como as necessidades e as preferências dos animais devem ser observadas e ainda muito pesquisadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P.B.; RAFF, D.A.; LAUENROTH, W.K. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. **Oecologia**, v.128, p.465-479, 2001.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; RESENDE, J.R. et al. Dinâmica da distribuição de fezes bovinas em uma pastagem manejada intensivamente, ZOOTECA 2006 - 22 a 26 de maio de 2006 - Centro de Convenções de Pernambuco, 2006.

ALBRIGHT, J.L. Feeding Behaviour of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 485-498, 1993.

ALONZO, Y.M. **Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption**. 2000. 81p. Tesis (M.Sc.) - Universidad de Costa Rica, Turrialba, 2000.

ALTMANN, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. **Behaviour**, v. 49. n. 3-4 p. 227-226. 1974

AMBIENTE BRASIL: Caracterização do clima do Cerrado <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.html&conteudo=./natural/clima.html#clima>> , acessado em 18/01/2010.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Desempenho de Seis Gramíneas Solteiras ou Consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e Eucalipto em Sistema Silvopastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, (Supl. 2), 2003.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31 n.2 Viçosa, 2002.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.263-270, mar. 2004.

ARMSTRONG, D. V.; WELCHERT, W. T.; WIERSMA, F. **Environmental modification for dairy cattle housing in arid climates**: livestock environment. Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1993.

ARNOLD, G.W. & DUDZINSKI, L. **Ethology of free ranging domestic animals**, Elsevier, Amsterdam, 196 p. 1978.

AUAD, A.M. et al; Levantamento da Entofauna de *Brachiaria Decumbens* em Sistema Silvopastoril. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, 2007.

AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. Ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 332p. 1991.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.Á.; SATURNINO, H.M. et al. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação, **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

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

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.

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

BAGGIO, A.J & SCHREINER, H.G. Análise de um Sistema Silvopastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 16, p.19-29, dez. 1988.

BAILEY, D.M.; KRESS, D.D.; ANDERSON, D.C. et al. Relationship between terrain use and performance of beef cows grazing foothill rangeland. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.1883-1891, 2001.

BARCELLOS, A.O; RAMOS.A.K.B; VILELA,L. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008

BARRETO, A.C & FERNANDES,M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001.

BARROS, A. L. M., ZIMMERMANN, A., SOUZA, C. R. S., et al. Considerações acerca da avaliação de projetos de investimentos. In SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 20, 2003, Piracicaba. **Anais...** FEALQ: Piracicaba, São Paulo, p. 301 -326, 2003.

BEATTY,D.T.; BARNES,A.; TAYLOR,E.et al. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. **Journal of Animal Science**. Savoy v.84, n.4 p. 972-985, 2006.

BHATTACHARYA, A.N. & UWAYJAN, M. Effect of high ambient temperature and low humidity on nutrient utilization and on some physiological responses in Awasi sheep fed different levels of roughage. **Journal of Animal Science**, v.40, n.2, p.320-328, 1975.

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.

BLASQUEZ,N.B.; LONG,S.E.; PRESCOTT,N.J. et al. Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal lumbodorsal and scrotal skin of cattle. **Research in Veterinary Science**, v.57, n.3. p.277-284, 1994.

BRÁZ, S.P. **Distribuição de fezes de bovinos e a reciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria decumbens***, 2001, 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BRÁZ, S.P.; NASCIMENTO JR., D.N.; CANTARUTTI, R.B. et al. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n.4, p.787-794, 2003.

BROOM, D.M. & JOHNSON, K.G. *Stress and Animal Welfare*. London: Chapman and Hall, 1993.

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.

BROOM, D.M.; ZANELLA, A. J. Brain measures which tell us about animal welfare. *Animal Welfare* (suppl.), South Mimms, v.13, p.41-45, 2004.

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

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.

BUCKLIN, R.A.; BEEDE D.K.; BRAY, D.R. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Applied Engineer Agricultural**, v.7, n.2, p.241-252, 1991.

CAPORAL, R.C.; COSTABEBER, J.A. *Agroecologia e Extensão Rural, contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CARVALHO, R., GOEDERT, W. J. e 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.

CARVALHO, M.M; XAVIER, D.F; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J. *Sistemas Silvipastoris – Consórcio de Árvores e Pastagens*, Viçosa-MG, 128p. 2002.

CENA, K., MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. III. water vapour diffusion. **Proceedings of the Royal of Society London Biological Sciences**, v.188, n.1, p.413-423, 1975.

CENSO AGROPECUÁRIO, 2006 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE : Banco de dados. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>, acessado em 10/01/2001.

COELHO, L.A.; SASA, A.; NADER, C.E. et al. Características do ejaculado de caprinos sob estresse calórico em câmara bioclimática. **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, p.544-549, 2006.

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.

COIMBRA, P. A. D. ; MACHADO FILHO, L. C. P. ; NUNES, P. A. et al. Effect of water trough type on the drinking behaviour of pasture-based beef heifers, **Animal (2010)**, 4:1, pp 116–121 , 2009.

COSTA, M.J.R.P. & CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: Peixoto, A. M.; Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado**. FEALQ: Piracicaba, p. 273-296. 1997.

COSTA, M.J.R.P. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, 18: 26-42, 2000.

COSTA, M.J.R.P. Termorregulação e comportamento alimentar e postural em ovinos: diferenças individuais e variações estacionais. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto-SP, 138 pp. 1995.

CUNHA,D.N.F.V.; CAMPOS, O.F.; PEREIRA, J.C. el al. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época seca1R. **Bras. Zootec.**, v.36, n.4, p.847-854, 2007.

D'AGOSTINI,L.R & CUNHA,A.P.P. Ambiente, Rio de Janeiro: Garamond, Terra Mater, 188p. 2007.

DAMASCENO, J.C.; BACCARI JR e TARGA, L.A. respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.709-715, abr. 1999.

DAVISON, T.M.; SILVER, B.A.; LISLE, A.T.; ORR, W.N. The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cows in a tropical upland environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.28, p.149-54, 1988.

DAWKINS, M.S. Through animal eyes: What behaviour tells us, **Applied Animal Behaviour Science** 100 (2006) 4–10

DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; et al. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, FAF, 196p.: il., 2008.

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.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.A. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.352-356, mar-abr, 2007.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; AZEVEDO, B.C. et al. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pastos de capim-marandu e Tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1413-1419, out. 2008.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; CORREIA, M.E.F. et al. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.1015-1021, jun. 2006.

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

DUPREEZ, J.H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. Onderstepoort. **Journal of Veterinary Research**, v.67, p.263-271, 2000.

DUPREEZ, J.H.; TERBLANCHE, S.J.; GIESECKE, W.H. et al. Effect of heat stress on conception in a dairy herd model under South African conditions. *Theriogenology*, v.35, p.1039-1049, 1991.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U. et al. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.4, p.763-768, 2009b.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

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, 2009a.

FERREIRA, L.C.B.F. et al, Leite Orgânico, Brasília: EMATER-DF, 38p.:il. 2004.

GANSKOPP, D. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. **Applied Animal Behavior Science**, v.73, p.251-262, 2001.

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.

GEBREMEDHIN, K.G.; NI, H.; HILLMAN, P.E. Temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5., 1997, Bloomington. **Proceedings**. Bloomington: ASAE, v.1, p.226-233. 1997.

GETTY, R. **Anatomia dos Animais Domésticos**. v.1, Editora Guanabara, 5ed. , 1850p., 1986.

GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 1ª Ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 653 pg.il. 2000.

GOULART, R.C.D. **Mecanismos envolvidos na escolha de locais de pastejo por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 74p., 2006.

GREENSPAN, F.S. Endocrinologia Básica e Clínica. Ed.: Mcgraw-Hill Brasil, Porto Alegre–RS, 7º ed. 521p. 2006.

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

HAFEZ, E.S.E, Reprodução Animal, Editora Manole, 7º Ed, 530p. 2003.

HAHN, G.L. Dinamic responses of cattle to thermal heat loads, **Journal Dairy Science**, v.82, s.2, p.10-20, 1999.

HANG, S.; MAZZARINO, M.J.; NUNES, G. et al. Influencia del desmonte seletivo sobre la disponibilidad de nitrógeno em anos húmedos e secos en sistemas silvipastoriles en el Chaco árido argentino. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v.2, n.6, p.9-14, 1995.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

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.

HUTCHINGS, M.R.; KYRIAZAKIS, I.; ANDERSON, D.H. *et al.* Behavioural strategies used by parasitised and nonparasitised sheep to avoid ingestion of gastrointestinal nematodes. **Animal Science**, v.67, p.97-106, 1998.

IBRAHIM, M.; SCHLONVOIGGT, A.; CAMARGO, C. *et al.* Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Brasília. Proceedings. Brasília: Embrapa, p.645-649. 2001.

JOFFRE, R.; VACHER, J.; LLANOS, C de los; LONG, G. The dehesa: an agrosilvipastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v6, p.71-96, 1988.

KHANSARI, D.N.; MURGO, A.J., FAITH, R.E. Effects of stress on the immune system. *Immunology Today*, London, v.11, n.2, p.170-175, 1990.

KOLB, E. Fisiologia veterinária Editora Guanabara Koogan. 4ª edição. 612 p. 1984.

KRONH, C.C; MUNKSGAARD, L. Behavior of Dairy Cows kept in Extensive (Loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environment. 2 Lying and lying down behaviour. Amsterdam: **Applied Animal Behavior Science**, v.37 p.1-16. 1993.

KRUSCHEWSKY, G.C. Distribuição Espacial de Fezes de Bovinos em Sistema Silvopastoril e em Convencional: Estudo de Caso no Noroeste do Paraná. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

LAZO, J.A.; VALDÉS, N.V.; SAMPAIO, R.A. Diversidad zoológica asociada a un silvopastoreo leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1667-1674, dez. 2007.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.Á. VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvopastoril. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun., 2005.

LISTA, F.N.; CHIQUIERI, J.; NERY, V.L.H. Criação de bovinos nos trópicos. In. **A lavoura**. v. 108, n. 654, p.16-17. 2005.

MACHADO, L.C.P. Pastoreio Racional Viosan: Tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. Porto Alegre: Cinco Continentes, 310p. : il. 2004.

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.

MAIA, S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Características de pelame de vacas holandesas em ambiente tropical: um estudo genético e adaptativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.843-853, 2003.

MARAI, I.F.M.; HABEEB, A.A.M.; GAD, A.E. Rabbits' productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. **Liv. Prod. Sci.**, v.78, p.71-90, 2002.

MARCHETO, F.G.; NÄÄS, I.A.; SALGADO, D.D. 1 et al. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall, **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 320-323, 2002.

MARIN, F.R.; ASSAD, E.D.; PILAU, F.G. Clima e Ambiente – Introdução à Climatologia para as Ciências Ambientais. Campinas-SP: Embrapa Informática Agropecuária, 127p.: il. 2008.

MARTELLO, L.S. Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M; LAURA, V.A.; Daniel de Noronha Figueiredo Vieira da CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

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

MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L.; BOCCHESI, R.A.; et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.425-432, 2009.

MEYER, U.; STAHL, W.; FLACHOWSKY, G. Investigations on the water intake of growing bulls. **Livestock Production Science**, n° 103, p 186-191, 2006.

MILCHUNAS, D.G. & LAUENROTH, W.K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monography**, v.63, p.327-366, 1993.

MIRANDA, L. F, S.C; QUEIROZ, S.C. VALADERAES Fº, P.R. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Rev.Bras. Zootecn.**, 283: 614-620. 1999.

MITLOHNER, F.M.; MORROW, J.L.; DAILEY, J.W.; WILSON, et al. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, Washington, v.79, p.2327-35, 2001.

MOBERG, G.P. Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? In: MOBERG, G.P. Animal stress. Bethesda: American Physiological Society, 1985. p.27-49.

MONTEIRO, F. A. & WERNER, J.C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. Anais ... Piracicaba: FEALQ, 327 P. P. 55-84. 1997.

MORAIS, D.A.E.F.; MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; et al. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008

MOTA, L. S. Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 69f. 1997.

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

MULLER, C.J.; BOTHA, J.A.; COETZER, W.A. et al. Effect of shade on various parameters of Friesian cow in a Mediterranean climate in South Africa. 2: Physiological responses. **South African Journal of Animal Science**, v.24, p.56-60, 1994.

MUNCK, A.; GUYRE, P.; HOLBROOK, N. Physiological functions of glucocorticoids in stress and their relation to pharmacological actions. *Endocrinology Veterinary*, New York, v.5, n.1, p.25-44, 1984.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do Estresse Climático sobre os Parâmetros Produtivos e Fisiológicos de Ovinos Santa Inês Mantidos em Confinamento na Região Litorânea do Nordeste do Brasil, **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A; HIGASHIKAWA, E.M. e VENTURIN, N. Produtividade de *brachiaria brizantha* (hochst. ex a. rich.) stapf cv. marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007.

PACIULLO,D.S.C.; CAMPOS,N.R.; GOMIDE,C.A.M., CASTRO,C.R.T.; TAVELA,R.C. e ROSSIELO,R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008.

PACIULLO, D.S.C; CARVALHO,C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F; LOPES,F. C.F. e ROSSIELO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.4, p.573-579, abr. 2007.

PACIULLO, D.S.C.; SILVA,V. P.S; CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R.T. Arranjos e modelos de sistemas silvipastoris. In. Simpósio internacional de sistemas agroflorestais pecuários na américa do sul. CD ROM, **Anais...Juíz de Fora-MG: Embrapa**, 2000.

PAN,Y.S. Quantitative and morphological variation of sweat glands, skin thickness, and skin shrinkage over various body regions of Sahiwal and Jersey cattle. **Journal of Agricultural Research**, v.14, n.3, p.424-437, 1963.

PARSONS, A.J.; SCHWINNING, S.; CARRERE, P. Plant growth functions and possible spatial and temporal scaling errors in models of herbivory. **Grass Forage Science**, v.56, p.21-34, 2001.

PÁSCOA, A.G. Comportamento de bovinos da raça Nelore mantidos em pastagem de *Cynodon* spp cv Tifton 85: defecação e rejeição da forragem contaminada por fezes. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 50p. 2005.

PÁSCOA, A.G.& COSTA, M.J.R.P. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, *suplemento especial*, p.45-51, 2007.

PEREIRA, J.C.C. Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 195p. il. 2005.

PERERA, K. S.; GWADAUSKAS, F. C.; PEARSON, R.E.; BRUMCACK JUNIOR, T. B. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 228-236, 1986.

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.

PILLAR, V.P.P.; BOLDRINI, I.I.; e LANGE, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 6, p. 753-761, jun 2002.

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.; VERNEQUE, R. S.; VILELA, D. Ambiente e comportamento animal na produção do leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 211, p. 11-21, jul./ago. 2001.

PIRES, M. F. A.; VILELA, D.;VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: [s.n.], p. 68-99. 1999.

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.

PIRES,M.F.A & CAMPOS,A.T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite, Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, Comunicado Técnico nº 42, 6p. 2004.

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

PIRES,M.F.A. & CARVALHO,M.M.; Sombra natural em pastagem. **Revista Glória Rural**, São Paulo, v.3, p.22-26, 2000.

PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas da raça Holandesa. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.52 n.2 Belo Horizonte. 2000.

POSSA, K. Aspectos do comportamento de bovinos das raças Aberdeen-Angus, Nelore e seus mestiços em pastagens tropicais. Monografia de Graduação, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal-SP, 50 pp. 1989.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 151p. 1993.

RANDALL, D.; BURGREN, W.; FRENCH, K. **Animal physiology**: mechanisms and adaptations. 4.ed. New York: H. W. Freeman and Company, 727p. 1997.

RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I.; HOOGENBOOM G. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. J. Dairy Sci. 83, 2120– 2125, 2000.

REECE, W.O. Fisiologia de Animais Domésticos. (Tradução Nelson Pentead Junior). São Paulo: Roca, p. 253-260. Cap. 10: Calor e Regulação Temperatura. 1996.

RIBEIRO, N.L.; FURTADO, D.A.; MEDEIROS, A. N.; RIBEIRO, M.N. et al. Avaliação dos índices de conforto térmico, Parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. Engenharia. Agrícola, Jaboticabal, v.28, n.4, p.614-623, out./dez. 2008.

ROLLIN, B.E. Animal mind: science, philosophy, and ethics, **The Journal of Ethics**, 11:253–274, 2007.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística Aplicada à Experimentação Animal, 3ed., Belo Horizonte: FEPMVZ- Editora, 264p. il. 2007.

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.

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.

SHULTZ, T.A. Weather and shade effects on cow corral activities. **Journal of Dairy Science**, v.67, p. 868-873, 1983.

SILVA JR,J.L.C. Zoneamento da Região Sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade, para o gado leiteiro. Viçosa: UFV, 2001. 73p Tese (mestrado) 2001.

SILVA, I.J.O.; PANDORFI, H.; ACARARO JR, I.; PIEDADE, S.M.S.; MOURA, D.J. Efeitos da Climatização do Curral de Espera na Produção de Leite de Vacas Holandesas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

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 Ambientes. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1956-1961 (Supl. 2), 2003.

SILVA, R.G.; LA SCALA JUNIOR, N.; TONHATI, H. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. **Transactions of the ASAE**, v.46, p.913-918, 2003.

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.

SOARES,A.B.; SARTOR,L.R.; ADAMI,P.F.; et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUSA L.F.; MAURÍCIO,R.M.; GONÇALVES,L.C.; . et al. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, n.4, p.1029-1037, 2007a.

SOUSA, S.R.M.B.O.; ÍTAVO, L.C.V.; RÍMO, J. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens, **Arch. Zootec.** 56 (213): 67-70. 2007b.

SPIERS, D.E.; SPAIN, J.N.; SAMPSON, J.D. and RHOADS. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. **J. Therm. Biol.** 29, 759–764, 2004.

STARLING, J. M.C.; SILVA, R.G.; CERÓN-MUÑO, M.; BARBOSA, G.S. S.C.; COSTA, M.J.R.P. Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

STÖBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. *Exame clínico dos bovinos*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.2, p.44-80. 1993.

STUTH, J.W. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W.(eds). **Grazing management: an ecological perspective**. Oregon: Timber Press, p.85-108, 1991.

TALEGON, M.I. Comportamento, estresse y bienestar animal. **Avances em Alimentación y Mejora Animal**, v.33, p.57-61, 1993.

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.

VIANA, J.A.C. O terceiro mundo não é assim: está assim! Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, Belo Horizonte, 689p. 1999.

WERNECK, C. L. **Comportamento alimentar e consumo de vacas em lactação (Holandês-Zebu) em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Sehun.)**. 2001. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2001.

WEST, J.W. Physiological effects of heat stress on production and reproduction. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2002, Fort Wayne. **Proceedings...** Fort Wayne: Eastridge, M.D., p.1-9, 2002.

WILD, D.W.M.; WILSON, J.R.; STUR, W.W.; SHELTON, H.M. Shading increases yield of nitrogen-limited tropical grasses. In: Internacional Grassland Congress, 17. 1993, Rockhampton. v.3, p. 2060-2062. 1993.

WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heat stressed: basic and applied aspects. **Animal Reproduction Science**, v.60, n.4, p.535-547, 2000.

YOKOYAMA, L.P., VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O.; Avaliação Econômica De Técnicas De Recuperação De Pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, ago. 1999.

YOUSEF, M.K. Stress Physiology in Livestock. Boca Raton: CRC PRESS, 217p. 1985.

ZANIN, M.; HOTZEL, M.J.; BERTON, C.T et al. Estudo da rejeição de vacas ao pastoreio no entorno de bolos fecais. Resumos do VI CBA e II CLAA, **Rev. Bras. De Agroecologia**, Vol. 4 No. 2, Nov/2009.

ZANIVE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; et al. Hábito de pastejo de vacas lactantes Holandês x Zebu em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.1, p.175-181, 2007

ZAPPAVIGNA, P. *Thermal behavior of animal houses in hot climate: experimental contributions to the theoretical approach*. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2001, Chicago. St Joseph: ASAE, 2001. (Paper: n. 024110)

9. ANEXOS

DATA		PIQUETE		GRUPO		OBSERVADOR													
HORA:																			
VACA 1		VACA 2		VACA 3															
POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE															
A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1		
A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2		
A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3		
A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4		
SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA					
DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA					
EVENTO		SIM				EVENTO		SIM				EVENTO		SIM					
FAZENDO NADA						FAZENDO NADA						FAZENDO NADA							
ANDANDO						ANDANDO						ANDANDO							
PASTANDO						PASTANDO						PASTANDO							
RUMINANDO						RUMINANDO						RUMINANDO							
BEBENDO						BEBENDO						BEBENDO							
MINERALIZANDO						MINERALIZANDO						MINERALIZANDO							
DEFECANDO						DEFECANDO						DEFECANDO							
URINANDO						URINANDO						URINANDO							
COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE					
AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA					
HORA:																			
VACA 1		VACA 2		VACA 3															
POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE															
A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1		
A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2		
A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3		
A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4		
SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA					
DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA					
EVENTO		SIM				EVENTO		SIM				EVENTO		SIM					
FAZENDO NADA						FAZENDO NADA						FAZENDO NADA							
ANDANDO						ANDANDO						ANDANDO							
PASTANDO						PASTANDO						PASTANDO							
RUMINANDO						RUMINANDO						RUMINANDO							
BEBENDO						BEBENDO						BEBENDO							
MINERALIZANDO						MINERALIZANDO						MINERALIZANDO							
DEFECANDO						DEFECANDO						DEFECANDO							
URINANDO						URINANDO						URINANDO							
COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE					
AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA					
HORA:																			
VACA 1		VACA 2		VACA 3															
POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE		POSICÃO NO PIQUETE															
A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	A1	B1	C1	D1	E1	F1		
A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	A2	B2	C2	D2	E2	F2		
A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	A3	B3	C3	D3	E3	F3		
A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	A4	B4	C4	D4	E4	F4		
SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA				SOL		SOMBRA					
DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA				DE PÉ		DEITADA					
EVENTO		SIM				EVENTO		SIM				EVENTO		SIM					
FAZENDO NADA						FAZENDO NADA						FAZENDO NADA							
ANDANDO						ANDANDO						ANDANDO							
PASTANDO						PASTANDO						PASTANDO							
RUMINANDO						RUMINANDO						RUMINANDO							
BEBENDO						BEBENDO						BEBENDO							
MINERALIZANDO						MINERALIZANDO						MINERALIZANDO							
DEFECANDO						DEFECANDO						DEFECANDO							
URINANDO						URINANDO						URINANDO							
COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE				COMFORT.		ATAQUE					
AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA				AGONISTICO		DEFESA					

FIGURA 5. Fixa de coleta de dados



FIGURA 6. Tratamento sol (sem sombra), vacas próximas a bebedouro.



FIGURA 7. Tratamento sol (sem sombra), vacas pastando.



FIGURA 8. Tratamento única, vacas deitadas na sombra.



FIGURA 9. Tratamento única, vaca em pé na sombra



FIGURA 10. Tratamento bosque, vista panorâmica do bosque.



FIGURA 11. Tratamento bosque, vacas na sombra do bosque.



FIGURA 12. Tratamento dispersa, vacas na sombra.



FIGURA 13. Tratamento dispersa, vaca pastando.
Sombra Dispersa



FIGURA 14. Porcentagem do tempo destinado ao pastejo pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV 7,71 e $p = 0,03$).



FIGURA 15. Porcentagem do tempo destinado a ruminação pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV 12,43 e $p = 0,003$).

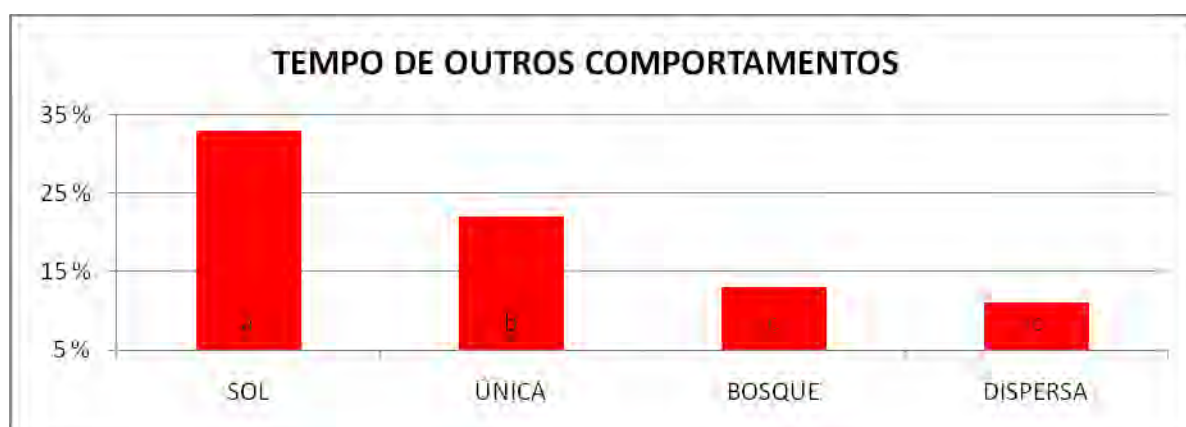


FIGURA 16. Porcentagem do tempo destinado aos outros comportamentos (principalmente ócio) pelas vacas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV 18,64 e $p = 0,0006$).

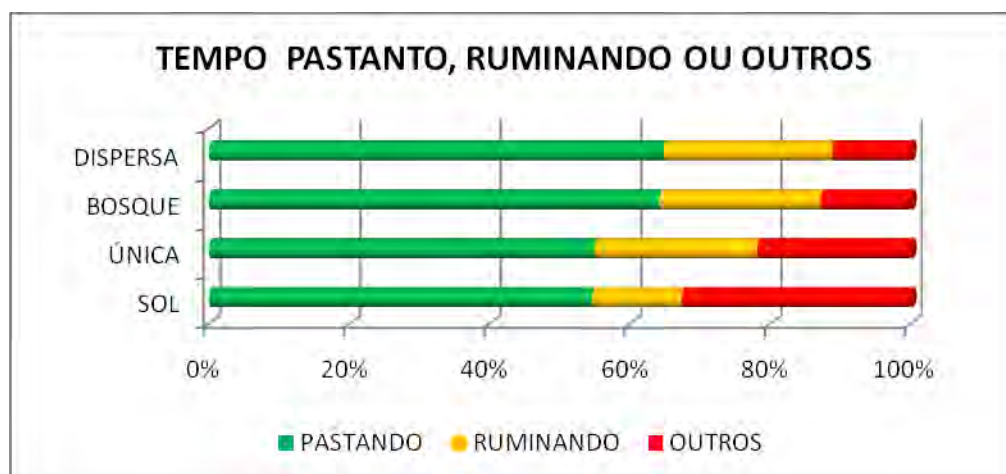


FIGURA 17. Comparativo entre o tempo destinado ao pastejo, ruminação ou a outros comportamentos pelas vacas. Tempo total 430 minutos.



FIGURA 18. Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram na sombra. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV=15,26 e $p=0,0001$).



FIGURA 19. Porcentagem do tempo que as vacas permaneceram deitadas. Tempo total 430 minutos. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV = 22,67 e $p=0,003$).

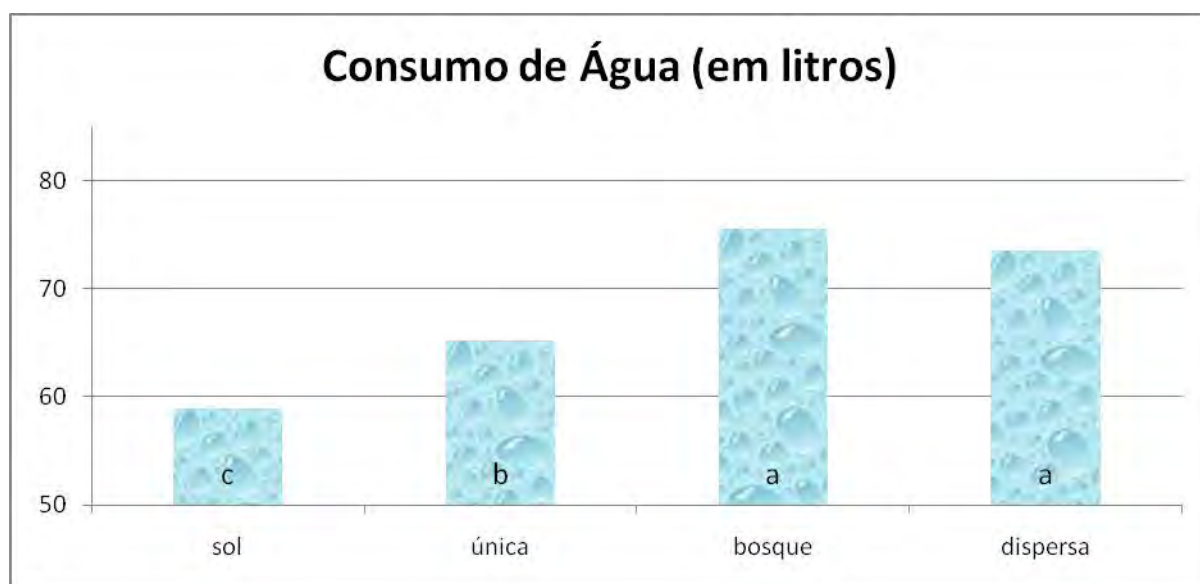


FIGURA 20. Consumo médio diário dos grupos por tratamento. Barras identificadas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% (CV = 3,74 e $p = 0,002$).

TABELA 6. Produção de leite média diária das vacas por tratamento.

PRODUÇÃO DE LEITE DIÁRIA	
TRATAMENTOS	LITROS
SOL	9,42
ÚNICA	9,56
BOSQUE	9,98
DISPERSA	9,90

TABELA 7. Índices de Temperatura de Umidade calculados.

ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE			
Dia	Estação Meteorológica	Local do experimento	
		SOL	SOMBRA
1	76	83	74
2	75	81	72
3	77	83	74
4	78	85	75
5	77	84	75
6	76	81	74
7	76	83	75
8	74	82	75
Média	76,1 ± 1,1	82,7 ± 1,6	74,2 ± 1,3

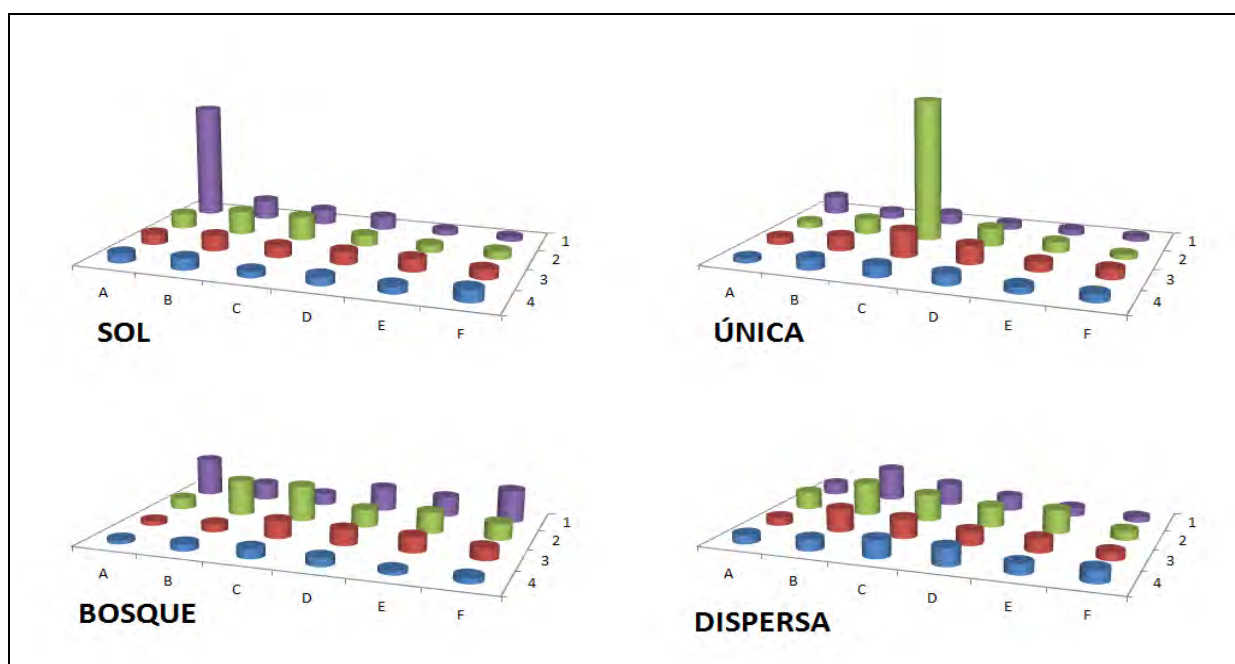


FIGURA 21. Apresentação gráfica da frequência observada da distribuição das vacas nos quadrantes dos piquetes por tratamento.

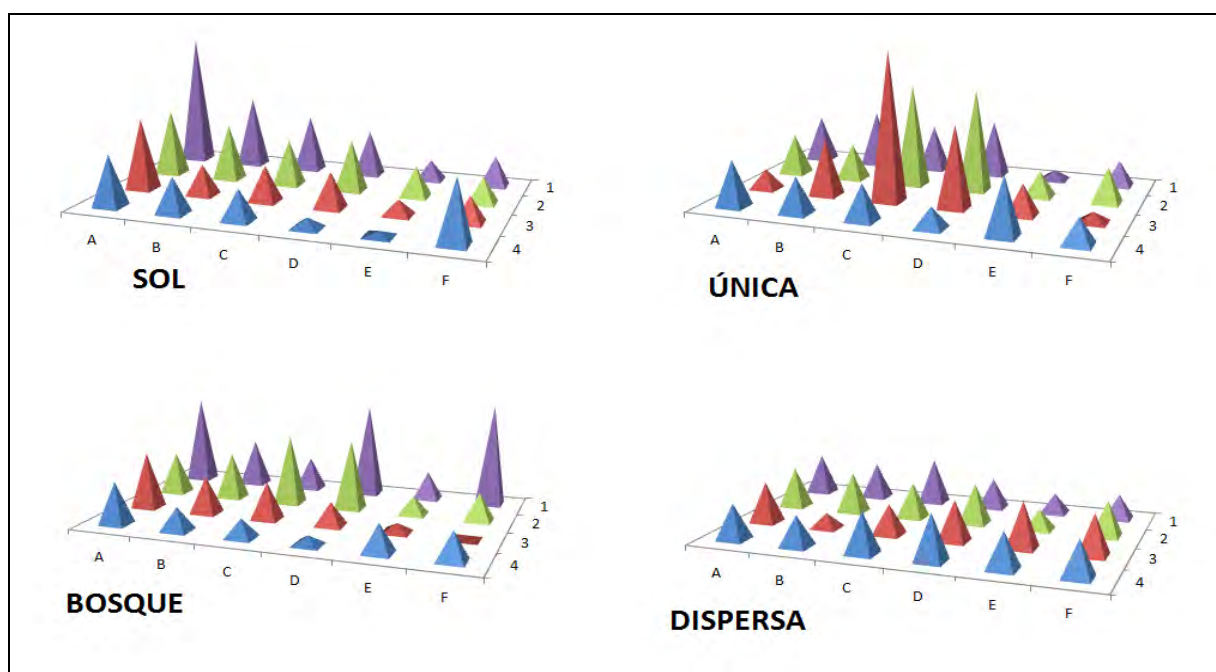


FIGURA 22. Apresentação gráfica da frequência observada da distribuição das vacas nos quadrantes dos piquetes por tratamento.

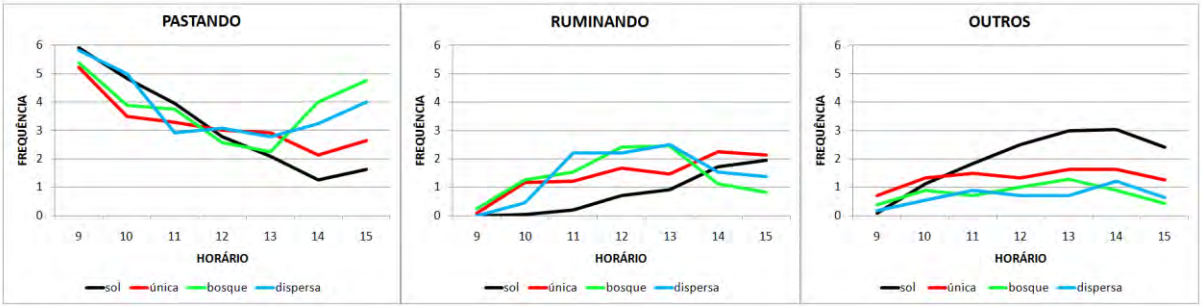


FIGURA 23. Gráfico comparativo dos tempos pastando, ruminado e outros comportamentos no decorrer do dia nos diferentes tratamentos.

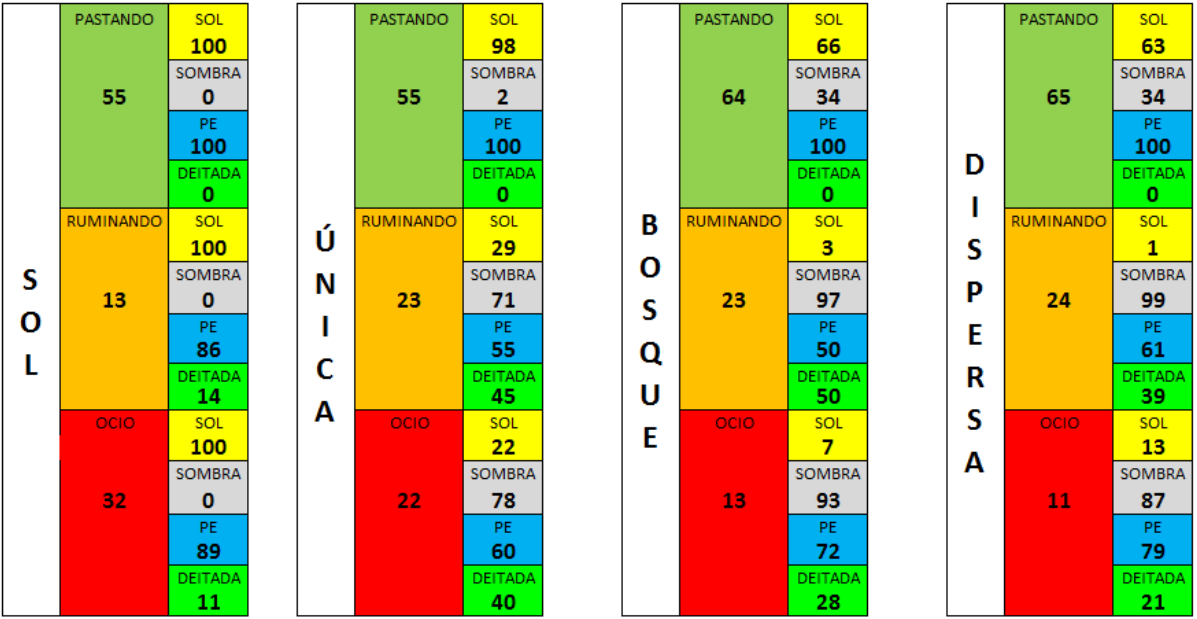


FIGURA 24. Gráfico da porcentagem dos tempos pastando, ruminado e outros comportamentos no decorrer do dia nos diferentes tratamentos e sua ocorrência em pé ou deitada e no sol e na sombra.