

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE E O  
MICROCLIMA EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM  
EUCALIPTOS

Autor: Wander de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal/Bioclimatologia

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Outubro - 2008

COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE E O  
MICROCLIMA EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM  
EUCALIPTOS

Autor: Wander de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal/Bioclimatologia

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Outubro - 2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

S729c Souza, Wander de  
Comportamento de bovinos de corte e o microclima em sistemas silvipastoris com eucaliptos / Wander de Souza. -- Maringá : [s.n.], 2008.  
78 f.

Orientador : Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal/Bioclimatologia, 2008.

1. Sistemas silvipastoris. 2. Comportamento animal. 3. Microclima. 4. Índices de conforto térmico. 5. Ambiência. 6. Sombra. 7. Árvores. 8. Estresse. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 21.ed. 636  
591.5



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE  
CORTE E O MICROCLIMA EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS COM EUCALIPTOS**

Autor: Wander de Souza  
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

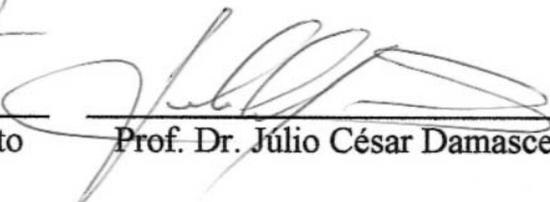
TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 17 de outubro de 2008.



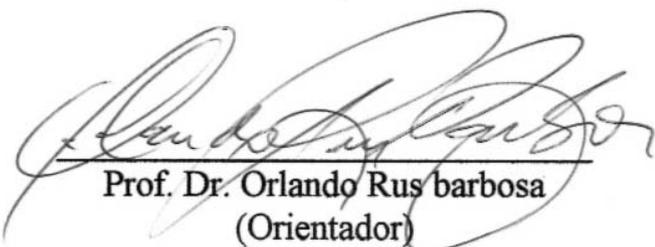
---

Prof. Dr. Marcos Chiquitelli Neto



---

Prof. Dr. Júlio César Damasceno



---

Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa  
(Orientador)

*“Não sabes, não ouviste que o  
eterno Deus, o Senhor,  
o Criador dos fins da terra,  
nem se cansa, nem se fatiga?  
Não se pode esquadriñar  
o seu entendimento.*

*Faz forte ao cansado  
e multiplica  
as forças ao que não  
tem nenhum vigor.*

*Os jovens se cansam  
e se fatigam,  
e os moços de exaustos caem,*

*mas os que esperam no Senhor  
renovam as suas forças,  
sobem com asas como águias,  
correm e não se cansam,  
caminham e não se fatigam.”*

Ao

meu pai Jonas de Souza (*in memoriam*), exemplo de vida,  
ensinou-me a lutar pela realização de meus sonhos.

À

minha mãe Irma Labs de Souza, pelo amor, carinho,  
ensino, conselhos, apoio e pelas palavras de incentivo.

Aos

meus irmãos Wandenir e Waldeli pelo estímulo.

À

minha esposa Izilda pelo amor, companheirismo,  
incentivo e compreensão. Razão desta vitória.

À

minha sogra Hortência e cunhada Ivanilde, que em minha  
ausência auxiliou nos cuidados com meus filhos.

Aos

meus filhos Guilherme, Juliana e Tatiana, dádivas de Deus,  
indubitavelmente a razão mais forte da minha própria existência.

Ao

amigo Dr. Jair de Araújo Marques, pelo seu exemplo de vida,  
grande apoio, incentivo e motivação.

Aos

Meus bisavôs Guilherme Loose (*in memoriam*) e Albert Labs (*in memoriam*),  
que nas férias de minha infância ensinaram-me a gostar da vida do campo  
e admirar o produtor rural e a sua luta.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Ao Instituto Emater, pela oportunidade oferecida e apoio para a realização deste curso.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter possibilitado desenvolver este trabalho.

Ao Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa, pela dedicada orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Ao Departamento de Zootecnia, UEM, que muito contribuiu para a realização deste curso.

Aos Sr. Pedro Paulo da Silva, Sr. Paulo Sérgio de Abreu Pierin e ao Méd.Veter. Ailton Salvador, pelo fornecimento de seus animais e de suas propriedades para a execução deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da UEM, em especial a Dra. Eliane Gasparino e ao Dr. Ulisses Cecato pelos valiosos ensinamentos.

Aos colegas do mestrado pela amizade, apoio e demonstração de companheirismo, em especial ao Leandro Barbero pelo apoio na coleta e análises de laboratório das forragens.

Aos alunos Centro Integrado de Campo de Mourão, Andreo Eckel, Carlos Eduardo Loureiro, José Agrestes Malacrida Cevada, Valdemir Alcarria Junior, que foram de fundamental importância no trabalho de comportamento.

Aos colegas da Emater Edson Fortunato Siquerolo e Erni Limberger pela ajuda na condução dos trabalhos.

Aos colegas da Emater Eliel de Freitas, Celso Cerato e Antonio Souza dos Santos pelo apoio.

Aos colegas do IAPAR de Paranaíba, Alípio Rocha de Menezes, Andréa Pereira Pinto, José Jorge dos Santos Abrahão, Marco Aurélio Teixeira Costa, Willian Gonçalves do Nascimento, Simone Marta Bernardo Lugão pelos ensinamentos, incentivo, apoio técnico e material.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

WANDER DE SOUZA, filho de Jonas de Souza e Irma Labs de Souza, nasceu em Paranavaí, Paraná, no dia 28 de janeiro de 1960.

Em agosto de 1981, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em maio de 1985, foi contratado pelo Instituto Emater, onde exerce a função de extensionista municipal.

Em março de 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Bioclimatologia Animal.

No dia 17 de outubro de 2008, submeteu-se à banca para defesa da dissertação.

## ÍNDICE

|   | Página |
|---|--------|
| RESUMO .....  | xii    |
| ABSTRACT .....  | xiv    |
| I. INTRODUÇÃO GERAL.....  | 1      |
| 1. Bem-estar.....   | 2      |
| 2. Estresse animal .....  | 4      |
| 3. Ambiência.....   | 5      |
| 4. Conforto térmico.....  | 6      |
| 5. Índices de conforto térmico .....  | 9      |
| 5.1. Índice de temperatura e umidade – ITU .....                              | 10     |
| 5.2. Índice de temperatura do globo-umidade – ITGU .....                      | 12     |
| 5.3. Índice de carga térmica – ITC .....                                      | 12     |
| 5.4. Carga térmica radiante – CTR .....                                       | 13     |
| 5.5. Temperatura do globo negro – Tg .....                                    | 13     |
| 6. Comportamento ingestivo de bovinos .....                                   | 14     |
| 7. Sistema silvipastoril .....  | 18     |
| 7.1. Caracterização .....   | 18     |
| 7.2. Ambiente .....   | 18     |
| 7.3. Produção de forragem .....   | 20     |
| 7.4. Produção animal .....  | 23     |
| 7.5. Funções socioeconômicas .....  | 24     |
| 8. Literatura citada .....  | 25     |
| II. OBJETIVOS GERAIS .....  | 33     |
| III. MICROCLIMA EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO                       |        |
| Resumo .....  | 34     |
| Abstract .....  | 35     |
| Introdução .....  | 36     |
| Material e Métodos .....  | 37     |
| Resultados e Discussão .....  | 40     |
| Conclusões .....  | 51     |
| Literatura citada .....   | 51     |
| IV. COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO |        |
| Resumo .....  | 54     |
| Abstract .....  | 55     |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Introdução .....              | 56 |
| Material e Métodos .....      | 57 |
| Resultados e Discussão .....  | 60 |
| Conclusões .....              | 72 |
| Literatura citada .....       | 72 |
| V. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... | 75 |
| VI. APÊNDICE.....             | 76 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   | Página   |
|---|--|
| Comportamento de bovinos de corte em sistemas silvipastoris com eucalipto |  |
| Tabela 1  | Disponibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra detergente neutro (FDN) de folha e colmo; relação folha:colmo (F:C); MS de material morto (MM) e MS de inflorescência (INF), nos diferentes tratamentos..... 60                                      |
| Tabela 2.   | Média, mínima (min) e máxima (máx) das temperaturas do globo negro (Tg) e do ar (Ta), da umidade relativa do ar (UR), da velocidade do vento (Vv), do índice de temperatura globo-umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR) nos diferentes tratamentos. .... 61 |
| Tabela 3  | Tempo (minutos) e frequências de pastejo nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de pastejo à sombra. .... 67   |
| Tabela 4  | Tempo (minutos) e frequências de ruminação nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de ruminação à sombra. .... 69   |
| Tabela 5  | Tempo (minutos) e frequências de ócio nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de ócio à sombra. .... 70   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | Página   |
|---|--|
| Microclima em sistemas silvipastoris com eucalipto                        |  |
| Figura 1  | Temperatura do ar (Ta) nos sistemas em função do horário (hora)..... 41  |
| Figura 2  | Temperatura do globo negro (Tg) nos sistemas em função do horário (hora) ..... 42  |
| Figura 3  | Umidade relativa (UR) nos tratamentos..... 44  |
| Figura 4  | Velocidade do vento (Vv) nos sistemas em função do horário (hora)..... 45  |
| Figura 5  | Índice de temperatura e umidade (ITU) nos sistemas em função do horário (hora). ..... 47   |
| Figura 6  | Índice temperatura do globo-umidade (ITGU) nos sistemas em função do horário (hora)..... 48  |
| Figura 7  | Índice de carga térmica (ICT) nos sistemas em função do horário (hora)..... 49   |
| Figura 8  | Carga térmica radiante (CTR) nos sistemas em função do horário (hora)..... 51  |
| Comportamento de bovinos de corte em sistemas silvipastoris com eucalipto |  |
| Figura 1  | Variação diária no tempo de pastejo (TP) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas. .... 62   |
| Figura 2  | Variação diária no tempo de ruminação (TRU) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas ..... 63  |
| Figura 3  | Variação diária no tempo de ócio (TOC) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas ..... 64   |
| Figura 4  | Variação diária no tempo dos comportamentos realizados à sombra (TSB) e do índice de temperatura do globo-umidade (ITGU) em função do horário nos diferentes sistemas ..... 71 |

## FIGURAS DO APÊNDICE

|          |   | Página |
|----------|---|--------|
| Figura 1 | Sistemas Silvipastoris com 8 (a), 18 (b) e 28m (c) de altura. ....  | 77     |
| Figura 2 | Estudo prévio do local de colocação do globo negro (a) e coleta das variáveis ambientais com o globo negro e termo-higro-anemômetro (THAL 300 <sup>®</sup> ) (b).....   | 77     |
| Figura 3 | Imagens dos sistemas SS (a), SSP8 (b) e SSP18 (c) com as novilhas aneladas. ....  | 78     |
| Figura 4 | Comportamento das novilhas quanto a área de fuga nos sistemas SS (a), SSP8 (b) e SSP18 (c). ....  | 78     |
| Figura 5 | Globo negro no centro geométrico da sombra (a) e estudo prévio da sua posição durante os horários do dia (b). Coleta das variáveis ambientais com o globo negro e termo-higro-anemômetro (THAL 300 <sup>®</sup> ) (c). .... | 78     |

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar se a presença de árvores e sua altura em sistemas silvipastoris alteram o microclima, ambiente e o comportamento ingestivo bovinos de corte durante o dia no verão. Avaliou-se o microclima do ambiente em sistema sem árvores (SS), sistemas silvipastoris formados com renques de eucalipto com 8 (SSP8), 18 (SSP18) e 28 (SSP28) metros de altura no verão. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas, com seis horários nas subparcelas, tendo nos sistemas as parcelas e os meses como blocos em quatro repetições e a interação sistema  $\times$  horário. A temperatura do ar ( $T_a$ ), temperatura do globo ( $T_g$ ), umidade relativa (UR) e velocidade do vento ( $V_v$ ) foram observadas para a formação de índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (ITU); índice de temperatura do globo-umidade (ITGU); índice de carga térmica (ICT) e carga térmica radiante (CTR). Com exceção da UR houve interação sistema  $\times$  horário para todas as variáveis e índices. Ocorreu interação para:  $T_a$  às 10 h e 18 h;  $V_v$  das 8 h às 16 h; ITU às 10 h e 12 h;  $T_g$ , ITGU, ICT e CTR em todos horários. No verão, o sistema com sombra SSP28 foi o que obteve as menores médias de  $T_g$ ,  $V_v$ , ITGU, CTR e ICT. Houve redução da  $V_v$  média nos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 em, respectivamente, 20,7; 50,0; e 48,0% em relação ao sistema SS, porém não proporcional a altura, com influência da porosidade dos renques e altura das copas. Já para CTR a redução foi proporcional a altura das árvores com 10,24; 12,49 e 20,76%, respectivamente, para SSP8, SSP18 e SSP28. Ocorreu redução do estresse térmico no ambiente pela presença de árvores, sendo o ICT o índice que melhor demonstrou o efeito, todavia não proporcional a altura dos renques. Para o comportamento ingestivo de novilhas aneladas foi utilizado 30 animais distribuídos em sistema sem sombra (SS), com árvores com oito metros (SSP8) e com 18 m (SSP18). Os dados foram coletados em 3 dias por 12 horas, subdivididos em P1

(7:15 h às 13:00 h) e P2 (13:15 h às 19:00 h). Avaliaram-se os tempos e frequências de pastejo, ruminação, ócio e a percentagem do tempo que os animais permaneceram à sombra. Os valores médios e mínimos do índice de temperatura do globo-umidade foram menores e iguais (86 e 82) para SSP8 e SSP18 do que para SS (89 e 86). Houve interação entre os sistemas e os períodos para todas as variáveis, com exceção da frequência de ruminação (FRU). Para o sistema SS o tempo de pastejo (TP) não diferiu ( $p>0,05$ ) entre P1 (202 min) e P2 (187 min), no entanto a frequência de pastejo (FP) foi menor no P2 (3,17). Para os sistemas SSP8 e SSP18 o TP no P2, respectivamente, com 195,50 e 219,00 min foi maior ( $p<0,05$ ) que no P1, respectivamente, com 128,00 e 158,50 min. O tempo de ruminação (TRU) foi maior no P1 para todos os sistemas. A FRU foi para SSP8 com 3,58; SS com 3,05 e SSP18 com 2,22. Maior tempo de ócio (TOC) e a frequência de ócio (FOC) foram encontrados no sistema SS (97,50 min e 3,80 respectivamente) no P2, sendo para os sistemas SSP8 (98,50 min e 4,47 respectivamente) e SSP18 (127,00 min e 4,27 respectivamente) foram maiores no P1 ( $p<0,05$ ). Os animais nos SSP8 e SSP18 passaram em média 43,49 e 49,81% respectivamente do tempo à sombra. Conclui-se que a presença de árvores nos SSP alterou entre P1 e o P2 o TP e TOC e a FP e FOC dos animais, porém, não influenciou no TRU e na FRU.

**Palavras-chave:** árvores, comportamento, conforto, estresse, índices, sombra

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate if the presence of trees and its height in silvipastoral systems modify the microclimate, the environment and the bovine intake behavior during the day in the summer. It was evaluate the microclimate of the environment in formed silvipastoral systems with rank of eucalyptus with 8 (SSP8), 18 (SSP18) and 28 (SSP28) meters of height, compared with a system without trees (WT) in the summer. The experimental design was a split splot, with six time in the sub parcels, having in the systems the parcels and the months as blocks in four replications and the interaction hourly  $\times$  system. The air temperature ( $T_a$ ), black globe temperature ( $B_t$ ), relative humidity (RH) and wind speed (WS) were observed to create the thermal comfort index: temperature-humidity index (THI); black globe-humidity index (BGHI); heat load index (HLI) and the radiant thermal load index (RTL). With exception of the UR there was interaction for hourly  $\times$  system for all variables and indexes. Interaction occurred for:  $T_a$  at 10 and 18 hours;  $V_v$  from 8 to 16 hours; THI at 10 and 12 hours;  $B_t$ , BGHI, HLI and RTL in all times. In the summer, the system with shade SSP28 had the lowest average of  $B_t$ , WS, BGHI, RTL and HLI. There was a reduction of WS average in systems SSP8, SSP18 and SSP28 in, respectively, 20.7; 50.0 and 48.0% in relation to WT system, however it was not proportional to the height, with influence of the rank porosity and pantries height. However for RTL the reduction was proportional to the height of the trees with 10.24; 12.49 and 20.76%, respectively, for SSP8, SSP18 and SSP28. There was a reduction of the stress thermal in the environment by trees presence, being the HLI the index that better demonstrated the effect, however not proportional to the rank height. For the intake behavior of Nellore heifers it was used 30 animals distributed in a system without shade (SS), with trees with eight meters (SSP8) and 18 m (SSP18). The data were collected in 3 days for 12 hours, subdivided in

P1 (7: 15 to the 13:00 hours) and P2 (13: 15 to the 19:00 hours). There were evaluated the times and frequency of grazing, rumination, idle and the percentage of time that the animals had remained at shade. The average and minimum values of the index of temperature from the globe-humidity were lower and equal (86 and 82) for SSP8 and SSP18 than for SS (89 and 86). There was interaction between the systems and the periods for all the analyzed variable, with exception of the rumination frequency (RUF). For system WS the grazing time (GT) did not differ ( $p>0.05$ ) between P1 (202 min) and P2 (187 min), however the grazing frequency (GFR) was lower for P2 (3.17). For systems SSP8 and SSP18 the GT in the P2, respectively, with 195.50 and 219.00 min. was higher ( $p<0.05$ ) than in the P1, respectively, with 128.00 and 158.50 min. The rumination time (RUT) was higher in the P1 for all systems. The GFR was for SSP8 with 3.58, SS with 3.05 and SSP18 with 2.22. A higher idle time (IT) and the idle frequency (IF) had been found in system SS (97.50 min and 3.80 respectively) in the P2, being for systems SSP8 (98.50 min and 4.47 respectively) and SSP18 (127.00 min. and 4.27 respectively) were higher in the P1 ( $p<0.05$ ). The animals in SSP8 and SSP18 had passed on average 43.49 and 49.81% respectively of the time in the shade. It was concluded that the presence of trees in the SSP modified between P1 and the P2 the GT and IT and GFR and IF of the animals, however, it did not influence RUT and RUF.

**Keywords:** behavior, comfort, index, shade, stress, trees

## I. INTRODUÇÃO GERAL

O agronegócio vem desempenhando cada vez mais um papel crucial no desenvolvimento econômico do Brasil, com resultados que levou a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (Unctad) a prever que o país será o maior produtor mundial de alimentos na próxima década (MAPA, 2005).

A pecuária brasileira é hoje uma das mais modernas do mundo registrando um crescimento marcante, com o maior rebanho do mundo, com 207 milhões de cabeças, ultrapassando em números o rebanho da Índia. A participação brasileira no mercado mundial passou de 8,55% em 2000 para 27,8% em 2006 firmando-se como o maior exportador e o segundo em produção de carne. A produção de carne bovina no período 2006/2007 a 2016/2017 deverá crescer a uma taxa de 2,54% ao ano, passando de 10,22 milhões de toneladas para 13,15 milhões de toneladas de carne (MAPA, 2006).

Questões de tecnologia, rastreabilidade, certificação eficiente e resolução de questões sanitárias devem ser muito bem gerenciadas pela cadeia. Os desafios em termos de se coordenar uma cadeia com atenção ao meio ambiente serão cada vez mais imperativos. Deve-se considerar que, cada vez mais, os consumidores estão preocupados em consumir produtos oriundos de cadeias produtivas que adotam práticas ambientalmente corretas e socialmente justas (Buainain & Batalha, 2007).

Um animal quando deixado de ser visto como um “bem da agricultura” ou um “produto” para tornar-se um “ser senciente” significa que houve uma mudança. Não apenas uma mera mudança de percepção ou de conceitos, mas pode-se dizer que esse foi o reflexo do início de uma grande mudança no setor de produção animal com repercussões éticas, científicas, sociais e econômicas. Tal modificação ocorreu em 1997, no Protocolo de Proteção e Bem-estar Animal que foi anexado ao Tratado que estabeleceu a Comunidade Européia (CE). Este protocolo não só reconhece os animais como “seres sencientes” como também requer que países membros da Comunidade

Européia estabeleçam políticas voltadas para o bem-estar dos animais de produção (Paixão, 2005).

As principais regiões da pecuária paranaense estão sob condições de regime térmico que variam, desde as de clima temperado com geadas severas no outono – inverno, até as condições de clima quente/muito quente durante a primavera – verão, com temperaturas superiores a 30° C (Silva & Mazuchowski, 1999)

Quando a temperatura corporal ultrapassa os valores críticos (inferior ou superior), ou mesmo antes que isto aconteça, o organismo reage, fisiológica e comportamental, na tentativa de manter-se na zona de conforto térmico, sendo a busca de microclima uma das estratégias usual entre os ruminantes domésticos. No caso de um animal não adaptado e que não disponha de condições e recursos necessários para evitar o estresse pelo frio ou calor, haverá uma quebra da homeostase, caracterizando assim um estado de estresse, podendo incorrer na diminuição do crescimento, problemas de ordem reprodutiva, falhas no sistema imunológico e, em situações extremas, até mesmo a morte (Chiquitelli Neto, 2005).

Mitlöhner (2001) afirma que o estresse calórico impactou negativamente na produção dos novilhos confinados no Texas. O desempenho animal foi influenciado negativamente quanto a fisiologia e comportamento nos animais ao sol e que os animais protegidos do sol mostraram maior peso de carcaça. Com um resultado econômico de US\$ 18,00 a favor dos animais mantidos em confinamento com acesso à sombra artificial.

O sombreamento de pastagens com sistema silvipastoril, pode contribuir para uma exploração pecuária sustentável, trazendo grandes benefícios ao sistema de exploração: ao meio ambiente pela redução da produção de metano e simultaneamente com o seqüestro de carbono; produção de madeira; reciclagem de nutrientes pela liteira; bem-estar animal; produção de carne e madeira ecologicamente correta. No entanto, têm-se poucos trabalhos com resultados sobre a sua influência no desempenho animal, especialmente sobre comportamento animal, e também sobre a sua influência no microclima, conforto e bem-estar dos bovinos.

## 1. Bem-estar

Bem-estar dos animais é a perspectiva de que os animais, especialmente aqueles sob cuidados humanos, não devam sofrer desnecessariamente, inclusive quando os

animais são utilizados para a alimentação, trabalho, companhia, ou pesquisa. Esta definição apóia-se na moralidade da ação humana (ou omissão) opondo-se a uma forte política ou filosofia de reclamações sobre a condição dos animais, que buscam conseguir os direitos dos animais. Por esta razão organizações utilizam a palavra humana em seus títulos ou posições relacionadas ao bem-estar animal (TFD, 2007).

Existem muitos indicadores do bem-estar, que variam de acordo com a espécie estudada. O ambiente que proporcione bem-estar para os animais, segundo Appleby & Hughes (1997), é aquele que permite ao animal satisfazer suas necessidades incluindo recursos próprios e ações cuja função é atingir um objetivo. Em um dado momento da sua vida, o animal terá uma série de necessidades, algumas mais urgentes que outras, mas cada uma delas terá uma conseqüência no seu estado geral, caso não atendido, com prejuízo ao bem-estar.

Muitas vezes, os padrões de comportamento são reflexos das tentativas do animal de se libertar ou escapar de agentes/estímulos estressantes. Essas reações podem ser usadas para identificar e avaliar o estresse e por oposição, o bem-estar.

Quando um animal passa por um problema em seu ambiente natural, ele dificilmente será submetido a sofrimento prolongado oferecido por um desafio para o qual o mesmo não seja capaz de ultrapassar. Por outro lado, as situações artificiais oferecidas pela produção intensiva expõem os animais a dificuldades para as quais eles não conseguem encontrar solução. Quanto mais distantes forem as características dos ambientes de produção pecuária em relação ao ambiente de origem evolutiva dos animais, maiores serão as chances dos mesmos apresentarem falência adaptativa. O fracasso nas tentativas de adaptação ao meio caracteriza pobre bem-estar animal (Molento & Nordi, 2007)

Na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de características fisiológicas e comportamentais. As medidas fisiológicas são associadas ao estresse e baseadas no fato de que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os indicadores comportamentais são relacionados especialmente a ocorrência de reações e comportamentos anormais ou que se afastem dos que ocorrem no ambiente natural (Glaser, 2003).

Há uma série de recursos e estímulos que são necessários aos bovinos criados a pasto e, dependendo das circunstâncias, a ausência ou baixa disponibilidade desses recursos podem ter efeitos diretos sobre o bem-estar e produtividade desses animais. Destaque para a oferta e distribuição de alimentos (incluindo as forragens, a água e os

suplementos) e de abrigos, para que os animais possam se proteger dos rigores do clima. Para assegurar que os animais mantenham suas atividades num contexto social equilibrado, tais recursos precisam ser disponibilizados de forma a atender a necessidade de todos. Assim, o espaço que os animais dispõem para ter acesso a esses recursos é algo que também precisa ser considerado. A maneira correta de obter a definição de área de sombra e de cocho para os animais é através da observação do comportamento, pois em ambos os casos a necessidade do recurso e o seu uso pelos animais é circunstancial (Paranhos da Costa & Cromberg, 1997), dependendo das condições ambientais, dos animais e das estratégias de manejo (Paranhos da Costa, 2000)

## 2. Estresse animal

O estresse, segundo Ferreira (1999), é o conjunto de reações do organismo a agressões de ordem física, psíquica, infecciosa, e outras, capazes de perturbar-lhe a homeostase. Sendo a homeostase entendida como uma tendência à estabilidade do meio interno do organismo e/ou uma propriedade auto-reguladora de um sistema ou organismo que permite manter o estado de equilíbrio de suas variáveis essenciais ou de seu meio ambiente.

Segundo Matarazzo (2004), os animais vivem em equilíbrio dinâmico com o meio e a ele reagem de forma individual. Sua produção está condicionada às influências do ambiente, o qual não se mantém constante ao longo do tempo. A vulnerabilidade dos animais às condições meteorológicas, quando deslocados para um ambiente diferente de origem ou frente a mudanças dentro do mesmo ambiente, faz com que recorram a mecanismos de adaptação fisiológica a fim de manter a homeostase (Baccari Jr, 2001).

As limitações à produção em áreas tropicais podem ser ocasionadas pelos quatro principais elementos ambientais estressantes: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento (Barbosa et al., 1995).

A resposta dos animais a um evento estressante compreende três componentes principais: o reconhecimento da ameaça à homeostase e/ou ao bem-estar, a resposta e as conseqüências do estresse. Uma série de fatores, como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas modela a natureza da resposta biológica de um animal a um agente estressor (Moberg, 1987).

A intensidade e duração do agente estressor atuando sobre o animal irão desencadear alterações fisiológicas, imunológicas e comportamentais à agressão do organismo em sua totalidade. O êxito das respostas de adaptação permite que a função normal continue. Entretanto, quando certos limites são ultrapassados, a função é prejudicada, afetando a sanidade e o desempenho produtivo e reprodutivo (Hahn, 1993).

Animais em condições de estresse elevam a produção de glicocorticóides, produzidos pelo córtex adrenal, que regula o metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios, para obtenção de glicose, a partir de aminoácidos, por meio da mobilização e degradação de proteínas, bem como, inibem a síntese de ácidos graxos no fígado, reduzindo a utilização de glicose nos tecidos, além de efeito catabólico sobre os tecidos conjuntivo, ósseo e órgãos linfáticos, ocorrendo como consequência, balanço negativo de nitrogênio animal. Esse processo bioquímico provoca a perda de peso nos animais, tendo em vista que não ocorre a formação e deposição de músculos ou tecidos, devido a síntese de proteínas e lipídios dar lugar a degradação até transformá-los em moléculas simples, como a glicose, para obtenção de energia, prejudicando dessa forma o crescimento e produção animal (Encarnação, 1997).

Os animais não adaptados vivem quase que permanentemente, sob estresse pelo calor. Estes superam esta situação graças à aclimatação, que reduz o esforço fisiológico produzido pela ação de um estressor do ambiente. Este processo acontece por meio de ajustes nos limites do próprio organismo que, geralmente, resultam em aumento das exigências de energia de manutenção e a consequente diminuição da produção (Baccari Jr, 1986). Isto ocorre, com frequência, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior dos animais durante a maior parte do dia (Marques et. al, 2006)

### 3. Ambiência

Ambiência é definida por Ferreira (1999) como sendo o meio material ou moral onde se vive e o meio ambiente é o conjunto de condições naturais e de influências que atuam sobre os organismos vivos e os animais. Ambiente, portanto, é o que cerca ou envolve os seres vivos ou as coisas.

O ambiente é composto por um conjunto de tudo que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo e que não envolve, diretamente, fatores genéticos (Silva, 2000).

De acordo com Nãas (1989), os fatores climáticos mais importantes são: a radiação solar, a longitude e latitude, a altitude e a umidade relativa do ar e, os elementos climáticos mais preponderantes são: a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, a radiação solar, o grau de nebulosidade, os ventos e a pluviosidade. Todos estes componentes atuam de maneira simultânea no ambiente, e por conseqüência nos animais. Assim, influenciando positiva ou negativamente o conforto térmico do animal bem como a produção e qualidade de forragem e, conseqüentemente, a produtividade do sistema.

Blackshaw & Blackshaw (1994) acrescentam que a radiação solar é componente importante na carga de calor em bovinos. Estes autores afirmam que o uso de sombra reduz em 30% ou mais a ação da radiação sobre o animal, mantendo o consumo de alimento e água e, por conseqüência, o desempenho dos mesmos.

#### 4. Conforto térmico

Conforto segundo Ferreira (1999) é o bem-estar material, a comodidade que leva a uma condição de tranqüilidade.

Quando um animal é colocado em um determinado ambiente, as trocas térmicas que realiza com este dependem da situação em que ambos se encontram. Se o ambiente apresenta temperaturas mais elevadas do que aquelas nas qual o organismo está na zona de conforto, então há uma condição de estresse térmico. Caso as características do animal permitam que seu organismo compense a ação desse estresse, então não haverá tensão, a menos que o processo de compensação cause alterações sensíveis em outras funções orgânicas (Silva, 2000).

Segundo Silva (2000), os bovinos são classificados como animais homeotérmicos, nos quais a variação da quantidade de calor estocado é mantida dentro de limites especificados e, geralmente, bastante estreitos, independente das variações térmicas do ambiente externo.

Um animal homeotérmico será capaz de manter, relativamente, estável sua temperatura interna, dentro de limites estabelecidos de temperatura ambiente. Assim, à medida que a temperatura ambiente se eleva, é atingido o limite superior da homeotermia, a partir do qual o organismo não é mais capaz de impedir a elevação da temperatura interna. Atingindo o limite máximo e o animal vem a óbito (Silva, 2000).

A estratégia de termorregulação dos mamíferos é manter a temperatura corporal interna maior do que a temperatura ambiente para permitir um fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (Collier et al., 2006). O fluxo ocorre por meio de quatro vias básicas de troca de calor: condução, convecção, radiação e evaporação. As três primeiras referem-se às formas sensíveis de transferência de calor e necessitam de um gradiente térmico para seu funcionamento. Dentro da zona de conforto essas vias correspondem a 75% das perdas de calor. Quando a temperatura ambiente se eleva, aproximando-se do valor da temperatura corporal, o gradiente de temperatura torna-se pequeno e reduz a eficiência das perdas de calor pela forma sensível, acionando o mecanismo de transferência de calor por processos evaporativos (Martelo, 2006). A respiração e sudação são as formas evaporativas utilizadas por esse mecanismo de transferência de calor.

As principais reações homeostáticas contra o estresse térmico em mamíferos incluem o aumento das taxas respiratórias e de sudação, redução do ritmo cardíaco e da ingestão de alimentos (Silanikove, 2000).

O estresse térmico imposto pelo ambiente depende da produção interna de calor e de fatores que influem nas trocas térmicas, que dependem dos gradientes de temperatura e pressão de vapor existentes entre o animal e o ambiente. Silanikove (2000) reporta que o equilíbrio da temperatura corporal é mantido em nível, relativamente, constante, pois existe um balanço entre a produção e a perda de calor. Os fatores que aumentam a produção de calor corporal incluem o ato de tremer, exercícios, tensões imperceptíveis da musculatura, aumento do metabolismo químico, doenças (febre) e o aumento do calor externo. Por outro lado, entre os fatores que aumentam a perda de calor está a mudança interna na distribuição de sangue, diminuição da condutância dos tecidos, sendo realçada pela sudação, salivação, vasodilatação (aumento da circulação sanguínea), camada de isolamento (pêlos) mais curto, ambiente mais frio, entre outros.

Findlay (1950) afirma que a pele dos bovinos é um importante meio para a dissipação de calor por condução, radiação e por evaporação da água; através da pele o animal absorve calor na forma de energia radiante ou através de convecção ou condução quando a temperatura do ambiente está acima da temperatura da pele. A perda de calor através da pele depende, em parte do gradiente de temperatura entre esta e o ar ou objetos sólidos ou líquidos, no entanto, perdas por vias não evaporativas tendem a diminuir quando a temperatura ambiente sobe, tornando o animal dependente da

vasodilatação periférica e evaporação de água para ressaltar a perda de calor e prevenir o aumento da temperatura corporal (Berman et al., 1985).

Aumentando a umidade relativa, diminui a dissipação de calor pela pele por perda na difusão de água (Hafez, 1973). A coloração da pelagem é um importante mediador do impacto da radiação solar em bovinos, pois afeta a troca de calor por convecção e evaporação do suor, fazendo pouca diferença na perda de calor, mas afeta, consideravelmente, o ganho de calor por radiação (Blackshaw & Blackshaw, 1994). As características físicas da pelagem podem afetar consideravelmente o ganho ou perda de calor não-evaporativo (McFarland, 1999).

Dentro da amplitude da homeotermia existe uma zona térmica mais estreita, a zona da termoneutralidade (ZTN) ou de conforto térmico, que representa a amplitude de variação da temperatura ambiente dentro da qual o animal apresenta metabolismo mínimo, sem demonstrar quaisquer sintomas de desconforto térmico, não ativando os mecanismos físicos e químicos de termorregulação. A ZTN é limitada em ambos os extremos pela temperatura crítica inferior e pela temperatura crítica superior, respectivamente (Silva, 2000).

Não existe um consenso entre os autores quanto a ZTN para os bovinos. Para Silva (2000) a ZTN para bovinos taurinos adultos é de - 6 a 27°C, taurinos bezerros de 13 a 25°C e zebuínos de 7 a 35°C. NÄÄS (1989) reportou a faixa de 13 a 18°C, como confortável para a maioria dos ruminantes. Ainda segundo essa autora, para vacas em lactação, a recomendação de temperaturas é entre 4 e 24°C, podendo restringir esta faixa aos limites de 7 e 21°C, em razão da umidade relativa e da radiação solar. Já Baêta & Souza (1997) mencionaram como zona de conforto para bovinos adultos de raças européias a faixa entre -1 e 16°C.

A influência das variáveis ambientais sobre a resposta animal deve ser avaliada em função do ambiente diurno e também do ambiente noturno. Segundo West (2003a), embora as combinações de temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar promovam efeito sobre a carga de calor incidente no animal, fica evidente que, com suficiente resfriamento noturno, os animais toleram, relativamente, as altas temperaturas do ar ocorridas no período diurno. West et al. (2003b) afirmam que o efeito do estresse provocado pelas condições ambientais teve influência na produção de leite após dois dias.

De acordo com Jonhson (1987), o nível de velocidade do vento, a radiação solar e a umidade relativa do ar podem alterar a zona de conforto térmico. Assim, acima da

temperatura crítica superior, uma maior velocidade do vento vai estender essa zona e o aumento da radiação solar e da umidade vão reduzir esta. Da mesma forma, a temperatura crítica inferior pode ser alterada, por razões inversas.

Damasceno et al.(1998) utilizando sombra na área de manejo, observaram redução na frequência respiratória e temperatura retal em vacas leiteiras.

As conseqüências causadas pelo impacto do ambiente são alteradas pelos diferentes comportamentos do animal, podendo diferir nas espécies, raças e indivíduos. Assim como, a suscetibilidade a outros tipos de estresse pode realçar os efeitos do estresse térmico (Silanikove, 2000).

Os bovinos de corte criados em confinamento, não são só vulneráveis às condições ambientais extremas, mas também as freqüentes mudanças destas condições. Alternativas de administração, como o uso estratégico de proteção de vento e tipo de cama no inverno ou aspersão de água e fornecimento de sombra no verão, precisam ser consideradas, buscando diminuir o estresse provocado pelas condições de um ambiente adverso (Mader, 2003).

Em ambientes fechados e interiores de edificações é possível exercer o controle preciso destes fatores, mantendo as condições micro-climáticas dentro, ou muito próximas dos limites das zonas de conforto. Em ambientes externos, o controle do micro-clima também é possível através do plantio de árvores e arbustos possibilitando obter níveis mínimos de conforto (Detzel, 1992).

## 5. Índices de conforto térmico

Segundo Silva (2000), os fatores a serem considerados na determinação do conforto térmico e nas condições de adaptação dos animais a ambientes específicos são os seguintes:

- Ambiente – temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar, vento, pressão atmosférica.
- Capa externa – espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento (relacionada aos movimentos da atmosfera), ventilação (relacionada aos deslocamentos do indivíduo e da atmosfera), permeabilidade ao vapor, transmissividade, emissividade, absorvidade, refletividade.

- Características corporais – forma corporal, tamanho e movimentos, área de superfície radiante, área exposta à radiação solar direta, emissividade da epiderme, absorvidade da epiderme.
- Respostas fisiológicas – temperatura (epiderme, retal, etc.), taxa de sudação, trocas respiratórias, produção, taxa de crescimento e desenvolvimento, níveis hormonais (T3 e T4, cortisol, etc.), metabolismo.

O objetivo fundamental é combinar diversos desses fatores, de modo que os efeitos de diferentes ambientes, tipos de capa externa, atividades físicas e respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas possam ser comparados entre si, permitindo a avaliação de animais e dos ambientes.

Nããs (1989) classificou os índices de conforto térmico em:

- Biofísicos - baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente.
- Fisiológicos - que se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do ar.
- Subjetivos - que traduzem sensações subjetivas de conforto em face de variações dos elementos de conforto térmico.

Clark (1981) afirmou que o objetivo de desenvolver os índices de conforto térmico, tanto para humanos como para animais domésticos, era de apresentar, em uma única variável, a síntese de diversos fatores (principalmente temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento) que caracterizam o ambiente térmico e o estresse que possam causar.

Segundo Albright (1993), existem vários indicativos para caracterizar o conforto e o bem-estar animal, entre eles estão os índices de conforto térmico, determinados por meio dos fatores climáticos.

### 5.1. Índice de temperatura e umidade - ITU

Foi, originalmente, desenvolvido por Thom (1958) como índice de conforto térmico humano; com essa finalidade, é empregado desde 1959 pelo U.S. Weather Bureau.

O ITU utiliza-se da temperatura do ar e temperatura de ponto de orvalho em sua fórmula não levando em consideração fatores importantes como radiação solar e movimentação do ar (Silva, 2000). Observou ainda que, se o ITU for usado para avaliar um determinado ambiente, não mostrará quaisquer diferenças para animais mantidos no interior de abrigos, à sombra e sob o sol direto.

Este índice é obtido pela equação 5.1.1 a seguir.

$$\text{ITU} = T_a + 0,36.T_{po} + 41,5 \quad (5.1.1)$$

Em que:

$T_a$  = temperatura ambiente em °C (bulbo seco);

$T_{po}$  = temperatura de ponto de orvalho em °C.

Mader & Davis (2003) avaliando ITU para bovinos concluíram que é um índice, facilmente, conseguido por produtores quando estão sendo feitas avaliações de estresse por calor. No entanto, ajustes para velocidade do vento e radiação são necessários determinar valores de ITU efetivos. Estes autores concluíram que com o aumento de 1,61 km/h na velocidade do vento o ITU diminui em 1,07 pontos, e um aumento de 25% na sombra de nuvens, o ITU diminui em 2,31 unidades. Neste mesmo trabalho citaram a classificação do ITU segundo NOAA (1976) onde: o ITU <74 normal, 75 a 78 alerta, 79-83 perigo e > 84 emergência.

Porém, Silva (2000) ressalta que essa classificação do ITU foi feita com base em animais adaptados às condições presentes nos Estados Unidos. Confirmando, Azevedo et al. (2005) trabalhando com vacas de cada um dos diferentes graus genéticos, 1/2, 3/4 e 7/8 Holandes-Zebú, estimaram valores críticos superiores para ITU iguais a 79, 77 e 76, respectivamente, para os diferentes graus genéticos. Tais estimativas foram baseadas na resposta de frequência respiratória.

Para o cálculo do ITU, Mader & Davis (2003) e West et. al (2003b) usaram a equação (5.1.2) recomendada pela NOAA (1976) que considera a umidade relativa do ar no lugar da temperatura do ponto de orvalho:

$$\text{ITU} = T_a - (0,55 - (0,55 \times (\text{RH}/100))) \times (T_a - 58) \quad (5.1.2)$$

Em que:

$T_a$  = temperatura ambiente em °F (bulbo seco);

RH = umidade relativa em %.

## 5.2. Índice de temperatura do globo-umidade (ITGU)

O ITGU foi proposto por Buffington et al. (1981) a partir das fórmulas do ITU, substituindo a temperatura ambiente, ou de bulbo seco, pela temperatura de globo negro. Este índice é indicativo de conforto térmico para vacas leiteiras expostas a ambientes de radiação solar direta e indireta.

Nesse trabalho, os autores observaram correlação da produção de leite mais alta com o ITGU do que com o ITU, sob radiação solar direta. À sombra, sob estresse moderado, os dois índices analisados apresentaram correlação similar com a produção de leite. Sob condições de estresse severo pelo calor o ITGU foi, portanto, o índice que evidenciou mais o fato, sendo considerado um indicador mais preciso do conforto térmico animal. A equação 5.2.1 descreve o ITGU.

$$\text{ITGU} = T_g + 0,36.T_{po} + 41,5 \quad (5.2.1)$$

Em que:

$T_g$  = temperatura de globo negro ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_{po}$  = temperatura de ponto de orvalho ( $^{\circ}\text{C}$ ).

## 5.3. Índice de carga térmica (ICT)

O ICT foi desenvolvido por Gaughan et al. (2002) e utilizado por Silva et. al (2007) é representado pela equação (5.3.1).

$$\text{ICT} = 33,2 + 0,2 h + 1,2 T_g - (0,82 v)^{0,1} - \log (0,4 v^2 + 0,0001) \quad (5.3.1)$$

Em que:

$T_g$  = temperatura de globo negro ( $^{\circ}\text{C}$ );

$h$  = umidade relativa do ar, em %;

$v$  = velocidade do vento, em m/s.

Silva et al (2007) em estudos realizados nas condições do Estado do Ceará e Rio Grande do Norte, com animais mantidos em seu ambiente natural de criação, compararam as relações entre respostas fisiológicas de 359 vacas Holandesas a cinco índices de conforto, entre eles, ITU, ITGU, e ICT. Os autores concluíram que o ICT foi um dos índices que apresentou correlação significativa com a temperatura retal e com a taxa respiratória.

#### 5.4. Carga térmica radiante (CTR)

A carga térmica radiante (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (Bond & Kelly, 1955).

Para que se possa quantificar a radiação trocada pelo animal, temos de reduzir a complexidade estrutural do ambiente a uma superfície padrão, o que se consegue supondo que o animal esteja no centro de um envoltório esférico grande. Na qual, superfície interna seja um corpo negro mantido a uma temperatura conhecida como temperatura média radiante ( $T_{rm}$  °K). Onde a  $T_{rm}$  é a temperatura média do conjunto de todas as superfícies reais e virtuais ao redor de um animal em um determinado local. Esse animal troca com essas superfícies uma quantidade de energia denominada CTR, que pode ser definida como a quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente (Silva, 2000).

Em regiões de clima quente, a principal preocupação é a de proteger os animais da radiação solar direta, isto é, proporcionar-lhes a menor carga térmica radiante possível.

A carga térmica radiante (CTR) expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente do ambiente ao seu redor, fornecida para cada tipo de instalação em  $W/m^2$ , proposta por Esmay (1979) é dada pela equação 5.4.1.

$$CTR = \sigma (T_{rm})^4, \quad W/m^2 \quad (5.4.1)$$

Em que:

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$  (constante de Stefan-Boltzmann);

$T_{rm}$  = temperatura média radiante (°K) que é dada pela equação (5.4.2).

$$T_{rm} = 100 \cdot \{2,51 \cdot (Vv)^{0,5} \cdot [((Tg+273)-(Ta+273)) + ((Tg+273)/100)]^4\}^{0,25} \quad (5.4.2)$$

Em que:

$Vv$  = velocidade do vento em m/s;

$Tg$  = temperatura do globo negro °C;

$Ta$  = temperatura ambiente de bulbo seco °C.

#### 5.5. Temperatura de globo negro (Tg).

Segundo Sevegnani (1997), a temperatura de globo negro também é utilizada, isoladamente, como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações.

Fornece numa só medida, em graus Celsius (°C), uma indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento (Bond & Kelly, 1955).

Para Bedford & Warner (1934) o termômetro de globo é uma maneira de se indicarem os efeitos combinados de radiação, convecção e sua influência no organismo vivo, sendo, portanto, utilizado como um índice. Também segundo Marta Filho (1993), o globotermômetro permite inferir a CTR.

## 6. Comportamento ingestivo de bovinos

O comportamento animal é definido como um padrão de ações observadas que acontecem tanto voluntária como involuntariamente (Taylor & Field, 1998). O conhecimento mais aprofundado do comportamento de bovinos de corte pode facilitar o manejo diário e melhorar os resultados econômicos. O entendimento deste é vital para a produção global do bovino de corte e é necessário para a redução do estresse (Titto, 2006).

Os bovinos, normalmente, dividem o seu dia de trabalho em períodos alternados de pastejo, ruminação e descanso (ócio), destinando, em média cerca de um terço do dia ou oito horas para cada atividade. O tempo de pastejo é, normalmente, de oito horas, podendo atingir até 16 horas em situações extremas (Hodgson, 1990). Segundo Krysil & Hess (1993), os bovinos realizam 65 a 100% de sua atividade de pastejo entre às 6 h e às 19 h, resultados também obtidos por Marques et al. (2003) quando trabalhando com animais mestiços em pastagem de *P. maximum* com diferentes doses de nitrogênio. Mendes Neto et al. (2007) também verificaram que a ingestão dos alimentos foi maior durante o dia em que 75,68% da atividade de alimentação foi realizada entre às 6 h e às 18h.

Sarmento (2003) trabalhando com bovinos das raças Nelore e Canchim, em pastagem de *B. brizantha* (CV Marandu) em diferentes alturas, conclui que o tempo gasto pelos animais em atividades de pastejo, ruminação e ócio foi, independente do tratamento, distribuído de forma definida ao longo das 24 horas do dia. Foram observados dois períodos bem definidos de pastejo durante o dia e um noturno. Por outro lado, Hodgson (1990) afirma que animais em pastejo apresentam três a cinco picos de pastejo no decorrer do dia, sendo os maiores ocorrendo no início da manhã e no final da tarde. Resultados semelhantes são encontrados em climas temperados, onde

a maior parte do pastejo é diurno, sendo comum ocorrer curtos períodos durante a noite (Hodgson, 1990).

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

Os animais ruminantes, ao ingerirem, mastigam o alimento superficialmente, sendo este transportado até o rúmen e retículo e, após algum tempo, este alimento retorna a boca para a ruminação que é uma atividade que permite a redução do tamanho das partículas dos alimentos, favorecendo desta forma, a degradação e digestão destes, melhorando a absorção de nutrientes. O tempo total de ruminação pode variar de quatro até nove horas, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora. A atividade de ruminação pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que esta última posição demonstra uma condição de conforto e bem-estar do animal (Marques, 2000).

A atividade de ruminação em bovinos ocupa em torno de oito horas/dia, com uma variação de quatro a nove horas, dividido em 15 a 20 períodos (Van Soest, 1994). Todavia, esta atividade é influenciada pela natureza da dieta e pelo teor de parede celular da forragem.

A ruminação ocorre, normalmente, após cada período de pastejo, sendo a maior parte dela à noite. Esse padrão característico das atividades dos bovinos pode ser alterado por atividades de rotina, como: ordenha, mudança de piquetes em situação de pastejo rotacionado e, excepcionalmente, por condições extremas de clima, embora seja bastante estável na maioria das situações e todos os animais do grupo ou rebanho tendem a seguir o mesmo padrão. O pastejo pode ser suspenso temporariamente, durante a ocorrência de chuvas e/ou ventos fortes, mas os efeitos são transitórios, sendo que o tempo de pastejo dos bovinos não parece ser sensível às variações das condições climáticas. (Hodgson, 1990).

O tempo em que o animal não está ingerindo alimento, água e ruminando é considerado ócio. Este tempo pode variar com as estações do ano, sendo maior durante os meses mais quentes (Marques, 2000). A atividade de ócio pode perfazer até dez

horas, dependendo dos tempos despendidos com as outras duas atividades citadas anteriormente (Albright, 1993).

A temperatura elevada, acima da zona de conforto, reduz o consumo de alimento, principalmente, para aqueles com altos teores de fibra, cabendo aos animais ajustarem sua fisiologia e comportamento para mostrar respostas adequadas as diversas características e condições do ambiente adverso em que está sendo criado (Marques et al., 2005).

As teorias que explicam o controle do consumo voluntário dos ruminantes admitem ser este mecanismo um produto da ação integrada ou isolada de fatores físicos e fisiológicos. A demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo de dietas de baixo valor nutritivo e baixa densidade energética (Van Soest, 1994). A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pode ser utilizada para caracterizar, na dieta, a expressão desses dois mecanismos de controle do consumo numa mesma escala, por estar relacionada diretamente ao efeito de enchimento do rúmen e inversamente a concentração energética da dieta (Mertens, 1992). Segundo Mertens (1994), em plantas forrageiras com valores de FDN variando de 25 a 70% da matéria seca, o limite máximo de ingestão de FDN ocorreria quando o consumo atingisse 1,25% do peso vivo (PV)/dia, uma vez que acima desse valor a ingestão de forragem seria limitada pelo aspecto físico.

Manzano (2002) trabalhando com capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) em regime de lotação intermitente, submetido a três níveis de resíduo pós-pastejo, observou consumos de FDN que variaram de 1,4 a 1,5 kg FDN.100kg/PV.

Sarmiento (2003) trabalhando com *B.brizantha* (CV Marandu) em diferentes alturas, observou teores de FDN com variação de 60,7 a 62,9 % MS nas diferentes alturas de dossel forrageiro e mês do ano avaliado, o consumo diário de FDN foi influenciado pela altura do dossel forrageiro ( $P = 0,0001$ ) e pelo mês do ano ( $P = 0,0001$ ). Não houve efeito da interação altura do dossel:mês do ano ( $P = 0,3$ ). A amplitude dos valores médios de consumo de FDN nos meses avaliados foi de 0,8 (10 cm, janeiro) e 1,3 kg FDN.100kg/PV (20, 30 e 40 cm, agosto). Animais mantidos nos pastos de 10 cm apresentaram o maior tempo de pastejo (682,2 min/dia) durante o experimento, o qual diferiu dos valores relativos às demais alturas (20, 30 e 40 cm, com 642, 636 e 630 min/dia) de dossel forrageiro estudadas.

Mendes Neto et al. (2007) trabalhando com novilhas holandesas com quatro níveis de substituição (0; 16,6; 33,3 e 50%) de feno de tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pear) por polpa cítrica, verificaram que os tempos gastos em alimentação, ruminação e mastigação total diminuíram, linearmente ( $P < 0,10$ ), com o aumento da substituição do feno pela polpa cítrica. Isso, provavelmente, foi ocasionado pelo menor teor de FDN neste subproduto, resultando em menor consumo deste nutriente nos maiores níveis de substituição, e pela redução do tamanho das partículas (partículas longas do feno de tifton foram substituídas por partículas pequenas da polpa cítrica moída).

Souza et al. (2007) avaliando o comportamento ingestivo de bovinos, mestiços, com 16 meses de idade das sete às 17h (10 horas) em pastagem formada com *B.decumbens* (4066 kg/ha de matéria seca verde) e confinamento. Os autores observaram que os animais em confinamento gastaram 124,14; 165,24 e 310,62 min em atividades de consumo, ruminação e ócio, respectivamente, em pastejo os animais gastaram 324,60; 53,82 e 221,58 min em atividades de consumo, ruminação e ócio, respectivamente, demonstrando que o tempo gasto com alimentação diminuiu, linearmente, com a entrada de concentrado na dieta.

As variáveis de comportamento não são de simples quantificação, pois englobam a questão de como o animal percebe e se movimenta no ambiente de pastejo. A morfologia do aparelho locomotor e o peso do animal são fatores importantes na determinação do tempo de encontro com bocados potenciais (Shiple et al., 1996). Desta forma, o tempo de pastejo reflete a facilidade de apreensão e remoção de forragem. No uso do tempo em pastejo, os animais procuram ser eficientes uma vez que buscam bocados potenciais enquanto mastigam a forragem apreendida em bocados anteriores (Prache, 1997).

O consumo em pastejo pelos bovinos está relacionada com a oferta crescente de forragem, sendo representada por uma função curvilínea, denominada resposta funcional (Carvalho, 1997a). Na fase ascendente da curva, os fatores que assumiriam o controle seriam os não nutricionais, relacionados à habilidade do animal em colher o pasto. Na fase assintótica da curva de resposta, os fatores nutricionais assumiriam o controle do consumo. Como consequência, a estrutura do pasto afetaria a fase ascendente propriamente dita. No entanto, Carvalho et al. (2001) concordam que a resposta do consumo a oferta de pasto seja representada por um modelo quadrático, mas argumentam que a estrutura do pasto pode afetar o consumo em ambas as fases.

Hafez (1973) e Silanikove (2000) atentam para o fato de que a redução na ingestão de alimento, a diminuição da atividade de pastejo e a procura pela sombra são respostas imediatas ao estresse térmico pelo calor. Assim, pastejando menos, há diminuição tanto na ingestão de alimento para produzir menos calor, bem como, na atividade muscular que envolve o pastejo.

## 7. Sistema silvipastoril (SSP)

### 7.1. Caracterização

O SSP caracteriza-se pela incorporação de árvores e/ou arbustos a criação de animais. Pode-se defini-lo como um sistema que combina a produção de plantas florestais com animais e pastos, simultaneamente, no mesmo terreno. Há uma variante do SSP, mas que não o exclui, denominada sistema agrossilvipastoril, o qual é formado por árvores e/ou arbustos, mais cultivos agrícolas, mais pastagens e animais, num esquema seqüencial (Franke & Furtado, 2001).

Em pastagens arborizadas, as temperaturas extremas podem ser atenuadas, e os impactos de chuvas e ventos reduzidos, o que resulta em conforto e abrigo para os animais. Esses fatores se refletem também no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Carvalho, 1998).

No Noroeste do Paraná tem sido usado o plantio de eucalipto, em renques, nos terraços, por ocasião de reforma de pastagens, com diversas espécies de pastagens (Menarin Filho, 2007; Cruz, 2007).

### 7.2. Ambiente

O SSP diminui os impactos ambientais negativos, próprios dos sistemas tradicionais de criação de gado, por meio do favorecimento a restauração ecológica de pastagens degradadas, diversificando a produção das propriedades pecuárias, gerando produtos e lucros adicionais, ajudando a reduzir a dependência externa de insumos, permitindo e intensificando o uso do recurso solo e seu potencial produtivo a longo prazo, dentre outros benefícios (Franke & Furtado, 2001).

A inserção de espécies arbóreas aos sistemas de produção agropecuários possui, acima de tudo, caráter conservacionista, podendo este ser manifestado por meio das mais diversas configurações. Por possuírem um porte elevado e apresentarem um caráter perene de desenvolvimento, as árvores tendem a ocupar estratos diferenciados

do ambiente e a aumentar, quando adequadamente estabelecidas, a eficiência do sistema, na captação dos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes). Além disso, proporcionam diminuição da energia cinética da água de precipitação e do seu potencial erosivo, por meio da interceptação pela copa e pela serrapilheira depositada sobre o solo, ou mesmo a redução da velocidade dos ventos reduzindo, dessa forma, a erosão eólica. A mudança no microclima local pode favorecer outras culturas ou a qualidade da pastagem, e aumentar o conforto térmico para os animais (Balieiro et al, 2005).

No noroeste do Paraná, a associação de pastagens com *Grevillea robusta* reduziu os danos provocados por geadas no inverno de 1994 para apenas 10% da área, contra 90% em pastagens sem árvores (Cocamar, 1994). Silva et al. (1998a) demonstrou que a variação posicional da temperatura do ar atingiu até 8°C de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas e em noite de inverno em até mais de 2°C na temperatura do ar na posição sob as copas de renques arbóreos, prevenindo assim a formação de geadas.

Silva et al. (1998b) registraram que a velocidade média do vento em um sistema silvipastoril foi menor em 26% para um dia de inverno e menor em 61% para um dia de verão, aproximando-se dos valores considerados como sendo convenientes para a maioria das culturas de 1,4 a 1,6 m/s (Ometto & Caramori, 1981) e para a criação de animais ruminantes 1,4 a 2,2 m/s (Nããs, 1989).

Hawke & Wedderburn (1994) acompanharam diariamente, durante três anos, as variáveis climáticas em quatro densidades de *pinus*: Zero; 100; 200 e 400 árv./ha, com idades de oito a 11 anos. As forrageiras usadas foram: *Lolium perene*, *Trifolium repens*, *Agrotis capillaris* e *Anthoxanthum odoratum*. Observaram que a velocidade do vento foi a variável mais afetada pelas árvores, ocorrendo uma redução na média anual de 78; 45 e 44%; respectivamente, nas densidades de 400, 200 e 100 árv./ha, quando comparado com as médias da área sem árvores. As variações nas temperaturas máximas e mínimas médias do ar foram respectivamente de 1,3 e 1,5°C, entre as densidades de árvores testadas, não apresentando efeito sazonal. Estas observações microclimáticas têm repercussões sobre o conforto animal e seu desempenho. A redução de vento sob as árvores reduz o estresse térmico pelo frio, reduzindo a taxa de mortalidade dos animais, principalmente, dos jovens. Isso pode representar uma economia na energia de manutenção dos mesmos. Já em regiões quentes, a redução de ventos pode causar estresse térmico pela dificuldade de troca calórica.

Gutmanis (2004) avaliando sistema silvipastoril com duas densidades de árvores (*Pinus elliottii*): 200 (D1) e 400 (D2) árv./ha, com 30 anos de idade, verificou que as temperaturas médias anuais do ar nas parcelas sombreadas diminuíram 0,25 e 0,50°C, respectivamente, nas densidades D1 e D2, que nas parcelas a pleno sol.

Frota (1989) avaliando o efeito do plantio de árvores em faixas, em pastagem, no Ceará, região semi-árida, verificou a diminuição da velocidade do vento (77 a 94%) e como consequência a diminuição da evapotranspiração (5 a 39%), causando um aumento na umidade do solo.

Menarim Filho (2007) trabalhando em sistemas silvipastoril formado com *Eucalyptus ssp* em renques, verificou que no verão, a velocidade máxima a pleno sol às 10:00 h atingiu a velocidade de 12,5 m/s, horário este com registro de maiores velocidades, ao passo que se registrou a velocidade de 8,6 m/s sob copas e 7,3 m/s entre os renques, esta diferença foi 31,2% menor sob as copas e 41,6% entre os renques, em relação ao pleno sol.

Silva et al. (1998c) estudaram o efeito do sombreamento natural, na redução da carga térmica de radiação. Analisando as seguintes espécies: Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), Sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) e Tipuana (*Tipuana speciosa* Benth.), concluindo-se que a sombra de melhor qualidade térmica foi a da Sibipiruna, seguida da Tipuana e Sapucaia. Comparadas ainda com um galpão coberto com telhas de fibrocimento e a radiação a céu aberto, houve uma redução da carga térmica de 37,7% para o sombreamento natural e 34,4% pelo telhado de fibrocimento.

### 7.3. Produção de forragem

Gutmanis (2004) avaliando sistema silvipastoril com duas densidades de árvores (*Pinus elliottii*): 200 (D1) e 400 (D2) árv./ha, com 30 anos de idade, e seis gramíneas (*Panicum maximum* cv. Tanzânia, *P. maximum* cv. Aruana, *P. maximum* var. *Trichoglume*, *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* e *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85), cultivadas no sub-bosque, em condições de sombreamento e de pleno sol. As gramíneas mais produtivas à sombra foram a tanzânia e a brizanta, produzindo, respectivamente, 10,5 e 10,9 T MS/ha/ano na densidade D1 e 8,7 e 8,1 t MS/ha/ano na densidade D2. Com relação à qualidade nutritiva, os capins produzidos em condições de sombreamento apresentaram um aumento nos teores de PB, lignina, FDA e cinzas, respectivamente de 1,87; 1,64; 0,87 e 0,79%, e uma diminuição nos teores de

hemicelulose, FDN, digestibilidade e celulose, respectivamente de 4,23; 3,34; 1,84 e 1,38%.

Carvalho *et al.* (1997b) testaram seis gramíneas tropicais estabelecidas no sub-bosque de angico-vermelho e constataram que a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o *Panicum maximum* cv. Vencedoras foram as gramíneas mais tolerantes ao sombreamento, alcançando 98 e 77%, respectivamente, da produção obtida na área não sombreada. Observaram ainda que o acúmulo de N dessas espécies foi maior 47 e 22%, respectivamente, na área de sombra do que na testemunha.

Castro *et. al* (1999) testando seis espécies de gramíneas forrageiras tropicais (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf, cv. Marandu; *B. decumbens* Stapf; *Melinis minutiflora* Beauv.; *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hoscht) Hack, cv. Planatina; *Panicum maximum* Jacq., cv. Vencedor; *Setaria anceps* Stapf ex Massey, cv. Kazungula) e submetidas a três níveis de sombreamento (0, 30 e 60% de sombra, respectivamente, luz plena, sombra moderada e sombra intensa) concluíram que as espécies *P. maximum* e *S. anceps* foram as mais tolerantes ao sombreamento, atingindo, à sombra moderada, 119,72 e 100,48% da produção de MS obtida a pleno sol, respectivamente. A concentração de N na parte aérea dessas gramíneas, em *A. gayanus* e nas espécies de *Brachiaria*, também foi maior nas plantas sombreadas. As gramíneas cultivadas à sombra tornaram-se mais suculentas, com menor teor de matéria seca.

Andrade *et al.* (2004) avaliaram o efeito de níveis de sombreamento artificial (0%, 30%, 50% e 70%) nas taxas de acúmulo de matéria seca de quatro gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* cv. Quicuío-da-amazônia, *Panicum maximum* cv. Massai e *Paspalum notatum* cv. Pensacola) e três leguminosas forrageiras (*Arachis pintoii* cv. Belmonte, *A. pintoii* BRA-031143 e *Pueraria phaseoloides*), em Rio Branco, Acre. Observaram que os capins Marandu e Massai apresentaram o melhor desempenho entre as gramíneas, aliando boa tolerância ao sombreamento e alta capacidade produtiva, constituindo opções importantes na composição de sistemas silvipastoris em áreas com solos bem drenados.

Em área de cerrado, no noroeste de Minas Gerais (Paracatu-MG), Oliveira *et. al* (2007) estudaram o efeito de sete arranjos estruturais do sistema agrossilvipastoril com eucalipto, em linhas duplas: (3 x 3)+10 m, (3 x 4)+7 m, (3 x 4)+10 m, (3 x 4)+7+10 m, (3 x 3)+15 m; e em linhas simples: 10 x 3 m, e 10 x 4 m na produção de forragem *Brachiaria brizantha*. Concluíram que a forragem disponível foi sempre maior na

entrelinha do que na linha de plantio, independente do arranjo de plantio do eucalipto. Os variados arranjos do sistema agrossilvipastoril praticamente não provocaram variação no teor de fibras, N e P na forragem. Os teores de Ca, K e Mn na forragem foram maiores sob as linhas de plantio, enquanto os teores de Mg e Zn foram maiores nas entrelinhas do eucalipto.

A adaptação morfológica ao estresse associada à alteração na partição de fotoassimilados pode influenciar a qualidade da forragem. As plantas respondem ao sombreamento pelo maior direcionamento de matéria seca para aumentar a área foliar e o comprimento dos colmos e pelo decréscimo na matéria seca enviada para o crescimento das raízes. A área foliar de plantas sombreadas é mantida ou aumentada às expensas da espessura das folhas, resultando em lâminas de folhas mais longas, mais estreitas e mais finas do que as de plantas que cresceram a pleno sol. Da mesma forma, mesmo que o peso seco de colmos diminua em condições de sombra, o comprimento dos mesmos pode aumentar e assim resultar em colmos finos e estiolados (Gutmanis, 2004). Kephart & Buxton (1993) procuraram avaliar o efeito da sombra sobre a qualidade de forragens tipo C3 e C4 e constataram que o teor de FDN nas lâminas das folhas foi 18% maior em plantas C4 que em plantas C3. Não foram constatadas outras diferenças entre estas plantas. Os autores observaram, ainda, que, à medida que se diminui a luminosidade, a concentração de FDN diminui e a DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca) e o teor de N aumentam. Comparando-se o tratamento com 37% de luz com o tratamento a pleno sol, houve uma redução de 3% nas concentrações de FDN e um aumento de cinco e 26%, respectivamente, para DIVMS e N. Concluíram que o sombreamento teve efeito concentrador de compostos nitrogenados e redutor na concentração de paredes celulares.

O estímulo das árvores a produção de matéria seca de forrageiras, ao aumentar a disponibilidade de N no solo, não se deve apenas a sua contribuição em biomassa. Estas também promovem mudanças microclimáticas no ambiente sombreado, ocasionando maior atividade biológica e incrementos na taxa de mineralização de N do solo (Carvalho, 1998)

As árvores podem também beneficiar as pastagens, principalmente, quanto a proteção do solo e disponibilização de nutrientes, pois com raízes mais profundas, parcial ou totalmente ativas no solo, as árvores permitem a estabilização física da massa do solo seja pelo efeito direto de aproximação das partículas, seja por influência indireta da adição de matéria orgânica sobre as propriedades físicas do solo; a ciclagem de

nutrientes situados em profundidades maiores no perfil para a superfície do solo; a reserva temporária de nutrientes, imobilizados nas raízes e parte aérea, evitando sua perda por erosão ou mesmo lixiviação; a redistribuição de Carbono (C) e outros nutrientes em profundidade, favorecendo a atividade microbiana e da fauna do solo, com conseqüências benéficas em termos de aeração e permeabilidade e o aumento da capacidade que os sistemas nos quais as árvores são inseridas possuem de seqüestrar C (Balieiro et al, 2005).

#### 7.4. Produção animal

As principais regiões da pecuária paranaense estão sob condições de regime térmico que variam, desde as de clima temperado com geadas severas no outono – inverno, até as condições de clima quente/muito quente durante a primavera – verão, com temperaturas superiores a 30°C. Nas condições do noroeste do Paraná, a radiação solar incidente pode chegar a valores superior a 1000 W/m<sup>2</sup>, sendo normais a obtenção de valores acima de 700 W/m<sup>2</sup> primavera e verão. A insolação direta tem sido a variável mais negligenciada pelos pecuaristas (Silva & Mazuchowski, 1999).

A proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra a radiação térmica e não contra o calor propriamente dito, já que essa proteção não altera a temperatura do ar. Dados os elevados níveis de radiação solar nas zonas tropicais, essa proteção é essencial e há inúmeras pesquisas que a simples existência de sombras de árvores nos pastos pode alterar favorável e significativamente o desempenho animal (Silva, 2000).

Chiles & Pahnish (1952) mostraram que no Arizona, o gado sob efeito da sombra ganhou 0,23 kg/PV/dia a mais que o sem sombra.

Chiquitelli Neto (2005) trabalhando com novilhas da raça nelore em confinamento, com sombra artificial (SA) e sem sombra (SS), não encontrou diferença na taxa de ganho de peso, no entanto, os animais do lote SA apresentaram maior índice de gordura de cobertura com valor médio de 3,45 pontos contra 3,25 do grupo SS. Além disso, encontrou diferença da quantidade animais dentro dos níveis de classificação em grau de acabamento, favorável comercialmente para o grupo AS (P<0,05), mostrando a influência da sombra sobre a melhoria na eficiência na utilização dos nutrientes proveniente da alimentação pelo balanço energético positivo, proporcionado pela sombra na homeostase.

Campos et al. (2002) avaliando o estresse calórico sobre a produção de leite de vacas holandesas na região de Coronel Pacheco, MG, concluíram que o desconforto térmico, caracterizado pelo Índice Temperatura e Umidade (ITU) pode causar, dependendo do nível de produtividade, diminuição ( $p < 0,05$ ) de 0,1 a 8,4 kg/vaca/dia na produtividade de leite de vacas holandesas.

Em sistemas silvipastoris, com seringueira na pastagem de *B. brizantha*, em Rondônia, Magalhães et al. (1998) avaliando novilhos bubalinos, relatam média de ganho de 0,757 e 0,831 kg/animal/dia nas estações seca e chuvosa, respectivamente, em comparação com animais mantidos a pleno sol que obtiveram média de ganhos de peso diário em torno de 0,337 kg.

Mitlöhner (2001) afirma que o estresse calórico impactou negativamente na produção dos novilhos confinados no Texas. O desempenho animal foi influenciado negativamente quanto a fisiologia e comportamento nos animais ao sol e que os animais protegidos do sol mostraram maior peso de carcaça. Com um resultado econômico de US\$ 18,00 a favor dos animais mantidos em confinamento com acesso à sombra artificial.

### 7.5. Funções socioeconômicas

Trabalhando com três sistemas de produção (reflorestamento com eucalipto, pecuária leiteira e eucalipto mais pecuária leiteira) Vale (2004) concluiu que o SSP (eucalipto mais pecuária leiteira) modelizado no estudo apresentou receitas durante o horizonte de 15 anos, que justificam o plantio de eucalipto na pastagem. O consórcio proporcionou a obtenção de maiores receitas e ainda contribuiu para a manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais, ou seja, otimizou a produção por unidade de superfície.

Cruz (2007) avaliou a viabilidade técnica e econômica de SSP com *Eucalyptus spp.* na região noroeste do Estado do Paraná. Concluiu que os SSP são opções técnicas e economicamente viáveis para a região noroeste do Paraná. O componente florestal agrega valor com a comercialização da madeira, sendo capaz de viabilizar os SSP paranaenses.

As funções sócio-econômicas das árvores são mais perceptíveis, para a maioria dos produtores rurais, que as ecológicas, e consistem nos produtos e serviços oferecidos. As árvores podem produzir uma grande variedade de produtos, tais como: madeira para

diversos fins e lenha, folhas, néctar, frutos, sementes, forragem, substâncias químicas, substâncias medicinais, óleos, resinas, gomas e fibras. A diversificação da produção causada pela introdução de árvores no sistema agrícola, pode reduzir os riscos de perdas da produção, pelo melhor controle dos fatores ambientais (abióticos e bióticos) e da comercialização da produção, pelo aumento das alternativas de produtos a serem comercializados. Possibilita ainda, uma maior diversificação dos alimentos e de produtos consumidos na propriedade rural. Além dos produtos, as árvores podem oferecer serviços tais como: o sombreamento de cultivos e pastagens; a redução da velocidade de ventos; a conservação do solo e da água; e a melhoria da qualidade do solo. Estes produtos e serviços podem ter efeitos na qualidade de vida do produtor rural, como: aumento da rentabilidade líquida da propriedade, devido a possibilidade de elevar a produtividade agrícola e/ou florestal e reduzir os custos, através da menor necessidade de tratamentos culturais (capinas, controle fitossanitário, adubação e irrigação); melhoria da condição de trabalho para o agricultor (sombreamento); na melhoria da alimentação e no aumento da disponibilidade de materiais para uso na propriedade (Passos, 2003).

## 8. Literatura citada

- ALBRIGHT, J.L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ANDRADE, C.M.S. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 39, n.3, p.263-270, 2004.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. **Animal welfare**, Wallingford : CAB International, 316p., 1997.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; 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, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- BACCARI JR, F. Métodos e técnicas de avaliação de adaptabilidade às condições tropicais In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS – PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1, 1986, Fortaleza. **Anais...** Brasília: Embrapa, 1986.
- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 142p. 2001.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa: UFV, 246 p.1997.
- BALIEIRO, F.C.; FRANCO, A.A.; DIAS, P.F. et al. Sistemas Agrossilvipastoris: a Importância das Leguminosas Arbóreas para as Pastagens da Região Centro-Sul.

- NUTRIR**, Depto Melhoramento e Nutrição Animal, FCA-FMVZ-Unesp Botucatu, 2005.
- BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G.; SCOLAR, J. et al. Utilização de um índice de conforto térmico em zoneamento bioclimático da ovinocultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, p.131-141, 1995.
- BEDFORD, T.; WARNER, C.G. The globe temperature in studies of heating and ventilation. **Industrial Health Research Board**, 7p. 1934.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M. et al. Upper critical temperature and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. **Journal Dairy of Scienc**, v.68, p. 1488-1495, 1985.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.285-295, 1994.
- BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. **Transactions of the ASAE**, v.36, n.7, p.251-255, 1955.
- BUAINAIN M., BATALHA M.O. **Cadeia produtiva da carne bovina**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura;– Brasília : IICA : MAPA/SPA, 86 p. – (Agronegócios; v. 8), 2007.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Trans ASAE (Am.Soc.Agric.Eng.)**, p. 711-714, 1981.
- CAMPOS, A.T., PIRES, M.F.Á., CAMPOS, A.T. et al. Efeito do estresse calórico sobre a produção de leite de vacas holandesas na região de Coronel Pacheco, MG. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, XXXIX, A produção animal e a sociedade brasileira, **Anais... CD**, Recife, Pernambuco: UFRPE, 2002.
- CARVALHO, M.M. Efeito do Sombreamento na Produtividade e na Qualidade da Forragem em Pastagens. In: Congresso Bras. De Biometeorologia, 2, **Anais...** Goiânia-GO. p.99-117, 1998.
- CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JUNIOR, B.A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 26: 213-218. 1997b.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: Jobim, C.C., Santos, G.T., Cecato, U. (Eds). Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, **Anais...**Maringá-PR, 1997, p. 25-52, 1997a.
- CARVALHO, P.C.F., RIBEIRO FILHO, H.M.N., POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W.R.S. (org.). A produção animal na visão dos brasileiros. Reunião Anual da SBZ, **Anais...** Piracicaba, 2001, p.853-871. 2001.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999

- CHILES, A.C., PAHNISH, O.F. The effect of shade location on summer gains of fattling cattle. **Proc. West Sect. Am. Soc. Prod.**, n.3, p.23, 1952.
- CHIQUITELLI NETO, M. **Sombreamento Artificial como Tecnologia para Melhorar a Eficiência Econômica e o Bem-Estar na Produção de Bovinos de Corte**, Tese de Doutorado pela Unesp Jaboticabal, Orient. Prof. Dr. Euclides Braga Malheiro, 80p., 2005.
- CLARK, J.A. Environmental Aspects of Housing for Animal Production. London: Butterworths, 511p., 1981.
- COCAMAR **Grevílea ajuda a proteger pastagem**. Jornal da Cooperativa COCAMAR, Maringá, p. 9, Agosto., 1994.
- COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1244-1253, 2006.
- CRUZ, P.T.D., **Viabilidade técnica e econômica de sistemas silvipastoris com *Eucalyptus spp.* Na região noroeste do Estado do Paraná**, Dissertação de Mestrado, Pablo Thiel Della Cruz, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 2007.
- DAMASCENO, J.C.; BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.3, p. 595- 602, 1998.
- DETZEL, V.A. Arborização Urbana: importância e avaliação econômica. IN: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1º, 1992. Vitória. **Anais...** Vitória: 1992. p. 39-52.
- ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e produção animal. 3. reimpressão. Campo Grande: **EMBRAPA-CNPGC**, 1997. 32 p.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port, C.T. Avi Publishing, 325p. 1979.
- FERREIRA, A.B.H.; **Novo Dicionário Aurélio – Século XXI**, Ed. Nova Fronteira, 1999.
- FINDLAY, J.D. The effects of temperature, humidity, air movement and solar radiation on the behaviour and physiology of cattle and other farm animals. **The Hannah Dairy Research Institute**, p. 8-21, 47-90, 145-162, 1950.
- FRANKE, I.L., FURTADO, S.C. Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade – Rio Branco : **Embrapa Acre**, 51 p. : il. ; 21 cm. – (Embrapa Acre. Documentos ; 74), 2001.
- FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm animal behaviour and welfare**, 3. ed. London: Baillière Tindall, 1997.
- FROTA, P.C.E.; RAMOS, A.D.; CARRARI, E. Wind reduction and soil water availability near a Caating shelterbelt, In: International Council for Research in Agroforestry, **Anais...** Nairobi, Kenya, p.531-536, 1989.
- GAUGHAN, J.G.; GOOPY, J.; SPARK, J. Excessive heat load index for feedlot cattle. Sydney: MLA Ltda, (**Meat and Livestock-Australia Project Report**, 316) 2002.

- GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto, frente a disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão** / Frederico Delbin Glaser - Dissertação (mestrado), Pirassununga – 2003, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP: São Paulo, 2003
- GUTMANIS, D. **Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris** / Daina Gutmanis. – Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Orient. Osvaldo Aulino da Silva Rio Claro, 2004
- HAFEZ, E.S.E. *Adaptacion de los animales domesticos*. Barcelona: Labor, 1973.
- HAHN, G.L. *Bioclimatologia e Instalações Zootécnicas: Aspectos teóricos e aplicados*. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, **Anais...** Jaboticabal, 1993. Boletim H148b. Jaboticabal: FUNEP, p. 132-146, 1993
- HAWKE, M.F.; WEDDERBURN, M.E. Microclimate changes under *Pinus radiata* agroforestry regimes in New Zealand. **Agricultural and Forest Meteorology**, 71: 133-145. 1994.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman Scientific & Technical, 203p.,1990.
- JONHSON, H.D. **Bioclimatology and the adaptation of livestock**. Columbia: Elsevier., 219p. 1987.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, 33: 831-837. 1993.
- KRYSL, J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2546-2555, 1993.
- MADER T.L. Environmental stress in confined beef cattle, University of Nebraska, Northeast Research and Extension Center, Concord 68728 **American Society of Animal Science**. J. Anim. Sci. 81(E. Suppl. 2):E110–E119, 2003.
- MADER, T.; DAVIS, S. Wind speed and solar radiation adjustments for the temperature humidity index, University of Nebraska, Concord, **Nebraska Beef Report**, p.49-51, 2003.
- MAGALHÃES, J.A.; TAKIGAWA, R.M.; TAVARES, A.C. et al. Tolerância de bovídeos a temperatura e umidade do trópico úmido. Porto Velho: **EMBRAPA-CPAF Rondônia**, 4 p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Comunicado Técnico, 147), 1998.
- MANZANO, R.P. **Consumo, parâmetros ruminais e comportamento de bovinos de corte em pastejo de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) suplementados com fontes de energia ou de proteína**. Piracicaba, 160p. Tese Doutorado em Ciência Animal, - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimento**. <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso dia 18/04/2006, 2005.
- MAPA – **Projeção do Agronegócio Mundial e Brasil 2006/07 a 2017/18**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão e Estratégia, <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/>> Acesso dia 17/10/2007, 2006.

- MARQUES, J.A. O Stress e a Nutrição de Bovinos. Maringá: **Imprensa universitária**, 42P., 2000.
- MARQUES, J.A.; BARBOSA, O.R., ALBUQUERQUE, K.P. et al. Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 363-370, July/Sept., 2005.
- MARQUES, J.A.; CALDAS, S.F., GROFF, A.M. et al. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão, **Campo Digital**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.54-59, jul./dez., 2006.
- MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Comportamento ingestivo de bovinos em pastagens de *Panicum maximum* cv IPR86 Milenio, sob diferentes doses de adubação. In: 40ª Reunião da Soc. Bras. de Zootecnia, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, anais CD, 2003.
- MARTA FILHO, J. **Método qualitativo de avaliação de edificações para animais, através do mapeamento dos índices de conforto térmico**. Botucatu, 159p., Tese (doutorado), Universidade Julio de Mesquita/UNESP, 1993.
- MARTELO, L.S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as repostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall** / Luciane Silva Martello – Tese (Doutorado), Orientador: Prof. Dr. Holmer Savastano Junior - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP Pirassununga, 111 f., 2006.
- MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo Freestall para vacas em lactação** / Soraia Vanessa Matarazzo. - Piracicaba, 2004. 143 p. : il. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- MCFARLAND, D. Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution, 3.ed. [S.l.]: Prentice Hall, p. 259-307, 1999.
- MENARIM FILHO, A. **Produção e composição química de forragens em sistemas silvipastoris com Eucalyptus spp.**, Dissertação de Mestrado, Anízio Menarim Filho, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 2007.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS J.M.S.; VALADARES, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29. Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ., p.188-219, 1992.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.Jr.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R.; MOSER, L.E. (Ed.). Forage quality evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, **Crop Science of America**; Soil Science of America, 988 p., 1994.
- MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M. L.; PATTERSON, J. B. et al. Effects of shade on heat-stressed heifers housed under feedlot conditions, Department of Animal Science and Food Technology Texas Tech University, Lubbock 79409-2141,

- BURNETT CENTER INTERNET PROGRESS REPORT**, No. 11 – February, 2001.
- MOBERG, G.P. A model for assessing the impact of behavioral stress of domestic animals, **Journal of Animal Science**, v.65, p.1228-1265, 1987.
- MOLENTO, C.F.M; NORDI, W.M. Bem-estar animal e seus efeitos sobre a produção pecuária, In: IV Simpósio do Núcleo de Estudos em Bovinocultura, **Anais...** Rio de Janeiro – UFRRJ 2007.
- NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 183 p., 1989.
- NOAA Livestock hot weather stress. United States Dept. of Commerce, Natl. Oceanic and Atmospheric Admin., Natl. Weather Service Central Region. Regional Operations Manual Letter C-31-76, 1976.
- OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. et al. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**, São Paulo, Agronômica Ceres, 1981, 440p
- OMETTO, J.C., CARAMORI, P.H., Características do vento e suas implicações em algumas culturas. In: Resumos do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, **Anais...** Pelotas, RS., p.260-267., 1981.
- PAIXÃO, R.L. É possível garantir bem-estar aos animais de produção, Brasília: Conselho Federal de Medicina Veterinária, **Revista CFMV**. v .1, n.1, p.66-73, 2005
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, 18: 26-42, 2000.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: Peixoto A M, Moura JC, Faria VP. (Ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado**. Piracicaba: FEALQ, p.273-296, 1997.
- PASSOS, C.A., **Aspectos gerais sobre Sistemas Agroflorestais**, Univ. Federal do Mato Grosso, Fac. Eng. Florestal, Dep. Eng. Florestal, 46p., 2003.
- PRACHE, S., PEYRAUD, J. Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. **INRA Productions Animales**, v.10, p.377-390.1997.
- SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 76p., Piracicaba, 2003.
- SEVEGNANI, K.B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte**. Campinas, 64p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- SHIPLEY, L.A.; SPALINGER, D.E.; GROSS, J.E.; HOBBS, N.T.; WUNDER, B.A. The dynamics and scaling of foraging velocity and encounter rate in mammalian herbivores. **Functional Ecology**, v. 10, p. 234-244. 1996.

- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Prod. Sci.**, v.67, p.1-18, 2000.
- SILVA, I.J.O.; SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A. Arborização: uma metodologia para avaliação da qualidade de sombras por meio dos índices de conforto térmico. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2<sup>o</sup>, 1998, **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, p. 177-183, 1998c.
- SILVA, R.G., **Introdução à Bioclimatologia Animal**, Livraria Nobel, 286p., 2000.
- SILVA, R.G.; MORAIS, D.A.E.F.; GUILHERMINO, M.M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1192-1198, 2007.
- SILVA, V.P.; MAZUCHOWSKI, J.Z. **Sistemas silvipastoris: Paradigma dos Pecuaristas para Agregação de Renda e Qualidade**, EMATER-Pr., 55 p., 1999
- SILVA, V.P. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. ex. R.Br. no noroeste do Estado do Paraná.** (Dissertação de Mestrado) Florianópolis UFSC, 113 p. 1998a.
- SILVA, V.P.; VIEIRA, A.R.R.; CARAMORI P.H. et al. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In. CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, **Anais...** 1998, Belém. Embrapa/CPATU, p. 215-218. 1998b.
- SOUZA, S.R.M.B.O.; ITAVO, L.C.V.; RIMOLI, J. et. al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens, **Arquivos de Zootecnia**, vol.56, n.213, p.67-70, 2007.
- TAYLOR, R.E.; FIELD, T.D. Scientific Farm Animal Production. Prentice Hall: New Jersey, 1998.
- TFD, **Animal welfare - encyclopedia article about Animal welfare**, Wikipedia Encyclopedia, The Free Dictionary, Acesso em 07/12/07 <<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Animal+welfare>> , 2007
- THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57-59, 1958.
- TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental à pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor**, Cristiane Gonçalves Titto, 54 f., Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2006.
- VALE, R.S. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais** / Rodrigo Silva do Vale, Orientador Laércio Couto, Tese (doutorado), Universidade Federal de Viçosa, xxi, 101f., 2004.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell:Ithaca, 476p., 1994.
- WEST, J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 2131-2144, 2003a.
- WEST, J.W.; MULLINIX, B.G.; BERNARD, J.K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.86, p. 232-242, 2003b.

## **II. OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo deste trabalho foi avaliar se a presença de árvores e sua altura em sistemas silvipastoris formados por eucalipto em renques (com alturas de 8, 18 e 28 metros) alteram o microclima, ambiente e o comportamento ingestivo de novilhas aneloradas durante o dia no verão.

### **III. MICROCLIMA EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO EM RENQUES COM DIFERENTES ALTURAS.**

**RESUMO:** Objetivou-se verificar se a presença de árvores e sua altura em sistemas silvipastoris formados com eucalipto plantados em renques podem alterar o microclima e melhorar o ambiente para a criação de bovinos durante o dia no verão. Avaliou-se o microclima do ambiente em sistema sem árvores (SS), sistemas silvipastoris formados com renques de eucalipto com 8 (SSP8), 18 (SSP18) e 28 (SSP28) metros de altura no verão. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas, com seis horários nas subparcelas, tendo nos sistemas as parcelas e os meses como bloco em quatro repetições e a interação sistema  $\times$  horário. A temperatura do ar ( $T_a$ ), temperatura do globo ( $T_g$ ), umidade relativa (UR) e velocidade do vento ( $V_v$ ) foram observadas para a formação de índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (ITU); índice de temperatura do globo-umidade (ITGU); índice de carga térmica (ICT) e carga térmica radiante (CTR). Com exceção da UR houve interação sistema  $\times$  horário para todas as variáveis e índices. Ocorreu interação para:  $T_a$  às 10 h e 18 horas;  $V_v$  das 8 h às 16 horas; ITU às 10 h e 12 horas;  $T_g$ , ITGU, ICT e CTR em todos horários. No verão, o sistema com sombra SSP28 foi o que obteve as menores médias de  $T_g$ ,  $V_v$ , ITGU, CTR e ICT. Houve redução da  $V_v$  média nos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 em, respectivamente, 20,7; 50,0; e 48,0% em relação ao sistema SS, porém não proporcional a altura, com influência da porosidade dos renques e altura das copas. Já para CTR a redução foi proporcional a altura das árvores com 10,24; 12,49 e 20,76%, respectivamente, para SSP8, SSP18 e SSP28. Ocorreu redução do estresse térmico no ambiente pela presença de árvores, sendo o ICT o índice que melhor demonstrou o efeito, todavia não proporcional a altura dos renques.

**Palavras-chave:** ambiente, árvores, conforto térmico, estresse térmico, índices, sombra

## MICROCLIMATE IN SILVIPASTORAL SYSTEMS WITH EUCALYPTUS IN RANK WITH DIFFERENT HEIGHTS

**ABSTRACT:** It was objectified to verify if the presence of trees and its height in formed silvipastoral systems with eucalyptus planted in rank can modify the microclimate and improve the environment for the bovine creation during the day in summer. It was evaluated the microclimate of the environment in formed silvipastoral systems with rank of eucalyptus with 8 (SSP8), 18 (SSP18) and 28 (SSP28) meters of height, compared with a system without trees (WT) in the summer. The experimental design was a split plot with six time in sub parcels, having in the systems the parcels and the months as block in four replications and the interaction hourly  $\times$  system. The air temperature (Ta), black globe temperature (Bt), relative humidity (RH) and wind speed (WS) were observed to create the thermal comfort index: temperature-humidity index (THI); black globe-humidity index (BGHI); heat load index (HLI) and the radiant thermal load index (RTL). With exception of the UR there was interaction for hourly  $\times$  system for all variables and indexes. Interaction occurred for: Ta at 10 and 18 hours; Vv from 8 to 16 hours; THI at 10 and 12 hours; Bt, BGHI, HLI and RTL in all times. In the summer, the system with shade SSP28 had the lowest average of Bt, WS, BGHI, RTL and HLI. There was a reduction of WS average in systems SSP8, SSP18 and SSP28 in, respectively, 20.7; 50.0; and 48.0% in relation to WT system, however it was not proportional to the height, with influence of the rank porosity and pantries height. However for RTL the reduction was proportional to the height of the trees with 10.24; 12.49 and 20.76%, respectively, for SSP8, SSP18 and SSP28. There was a reduction of the stress thermal in the environment by trees presence, being the HLI the index that better demonstrated the effect, however not proportional to the rank height.

**Keywords:** ambient, heat stress, index, shade, thermal comfort, trees

## Introdução

As limitações a produção animal em áreas tropicais podem ser ocasionadas pelos quatro principais elementos ambientais estressantes: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento (Barbosa et al., 1995).

Em ambientes fechados e interiores de edificações é possível exercer o controle destes fatores, mantendo as condições micro-climáticas dentro, ou muito próximas dos limites das chamadas “zonas de conforto”. Em ambientes externos, o microclima também é possível de ser melhorado através do plantio de árvores e arbustos possibilitando melhores níveis de conforto (Detzel, 1992). Bacarri Jr. (2001) verificou que o sombreamento pode reduzir de 30 a 50% a carga de calor sobre os animais.

O ambiente térmico seja de uma área sombreada ou não sombreada, é avaliado em função de índices de conforto térmico. Normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa ao animal (Sampaio, 2004). Os índices de conforto térmicos mais usados são: índice de temperatura e umidade (ITU) desenvolvido por Thom (1958); índice de temperatura globo-umidade (ITGU), proposto por Buffington (1981); índice de carga térmica (ICT) que foi desenvolvido por Gaughan et al. (2002) e utilizado por Silva et al. (2007); carga térmica radiante (CTR), proposta por Esmay (1979).

Moura & Nããs (1993) afirmam que os índices de conforto térmico têm grande importância para os produtores, já que podem, por um único valor, quantificar o estresse térmico a que o animal está submetido num dado momento e local, de acordo com as condições meteorológicas existentes.

Produtores rurais na busca por sistemas de produção mais eficientes, têm introduzido sistemas silvipastoris (SSP) capazes de contornar problemas adversos de solo e clima, estruturados no consórcio de culturas anuais, espécies arbóreas de rápido crescimento, forragem e animais, podendo ser em seqüência temporal ou concomitante entre os vários elementos explorados. (Menarim Filho, 2007).

Objetivou-se com este trabalho estudar se a presença de árvores e a sua altura em sistemas silvipastoris formados com eucalipto plantados em renques podem alterar o microclima e melhorar o ambiente para a criação de bovinos durante o dia no verão, na região noroeste do Estado do Paraná.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na região noroeste do Estado do Paraná, próximo a cidade de Paranavaí (23°04' latitude sul e 52°27' longitude oeste), caracterizada por clima Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köeppen (Iapar, 1994). Foram avaliados quatro tratamentos: o primeiro, com sistema desprovido de sombra (SS); o segundo, com sistema silvipastoril, com dois anos de implantação e com uma altura média de 8 metros (SSP8); o terceiro, com sistema silvipastoril, com seis anos de implantação e uma altura média de 18 metros (SSP18); o quarto, com sistema silvipastoril, com 16 anos de implantação e altura média de 28 metros (SSP28). Em todos os sistemas com árvores (*Eucalypto spp*), estas estavam dispostas em renques, acompanhando o nível do solo, com densidade média de 160 árvores por hectare, 2,5 metros entre árvores, 20 a 35 metros entre linhas. Nos sistemas silvipastoris as árvores durante o seu desenvolvimento não sofreram o manejo da desrama. A produção de madeira observada nos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 foi, respectivamente, de 4,96; 42,56 e 231,04 m<sup>3</sup>/ha.

Conforme metodologia proposta por Silva et al. (1998) a seleção do ponto de coleta de dados em cada sistema com árvore foi feito em local selecionado com características semelhantes quanto ao espaçamento entre árvores, espaçamento entre renques e na mesma seqüência de renque.

Foram registradas as velocidades do vento (Vv), a temperatura ambiente (Ta), a temperatura do ponto de orvalho (Tpo), a umidade relativa do ar (UR), a temperatura do globo negro (Tg) e a pressão parcial de vapor (Pp). Para os sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 coletaram-se os dados no centro geométrico da sombra (local móvel) e entre os renques (local fixo). Para o SS em local fixo.

Por meio de termo-higro-anemometro (THAL300<sup>®</sup>) as variáveis Ta e UR foram coletadas em leitura instantânea e para cada dado da variável Vv foi pela média entre o valor máximo e o mínimo ocorrido em dez segundos de leitura, por ser uma variável de grande variação. A Tg foi obtida com o uso de um globo negro com esfera plástica com 15 cm de diâmetro e termômetro de coluna de álcool. A Tpo e Pp foram obtidos através de equações psicométricas.

Para avaliar os ambientes, os equipamentos foram posicionados a 1,60 m de altura do solo, simulando a altura do dorso dos animais (Silva, et al. 1995). Com relação à posição horizontal foram colocados a uma distância média de 0,5 metros do tronco da

árvore ou no centro geométrico da sombra projetada, sendo os equipamentos deslocados de acordo com a inclinação do sol e conseqüentemente com a movimentação da sombra.

Foi feito um estudo prévio do deslocamento da sombra ao longo do dia, para se ter o local de posicionamento dos equipamentos para a leitura dos dados, sendo ajustados a cada coleta.

O experimento foi realizado nos meses de dezembro de 2006 a março de 2007, totalizando 25 dias de observação. Nos dias observados os dados foram coletados nos horários das 8, 10, 12, 14, 16 e 18 horas, de forma simultânea em todos os tratamentos.

As coletas de dados foram iniciadas sempre com o céu sem nebulosidade, e sendo suspensa quando da ocorrência de muitas nuvens que interceptassem a radiação solar.

Para a interpretação dos dados, foram utilizados os seguintes índices de conforto térmico:

a) Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Thom (1958):

$$ITU = T_a + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

$T_a$  = temperatura do ar (°C);

$T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho (°C).

b) Índice de Temperatura Globo-Umididade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

$T_g$  = temperatura do globo negro (°C);

$T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho (°C).

c) Índice de Carga Térmica (ICT), desenvolvido por Gaughan et al. (2002)

$$ICT = 33,2 + 0,2 UR + 1,2 T_g - (0,82 V_v)^{0,1} - \log (0,4 V_v^2 + 0,0001)$$

em que:

$T_g$  = temperatura de globo negro (°C);

UR = umidade relativa do ar, em decimal;

$V_v$  = velocidade do vento, em m/s.

d) Carga Térmica Radiante (CTR), proposta por Esmay (1979):

$$CTR = \sigma T_{rm}^4, \text{ W/m}^2$$

em que:

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann,  $5,67 \times 10^{-8}$ ,  $W.m^{-2} K^{-4}$ ,

$T_{rm}$  = Temperatura Radiante Média (°K);

$T_{rm} = 100 \{2,51 Vv^{0,5} ((Tg+ 273) - (Ta + 273) + ((Tg + 273) / 100)^4)\}^{0,25}$

em que:

$T_a$  = temperatura do ar (°C);

$T_g$  = temperatura do globo negro (°C);

$Vv$  = velocidade do vento (m/s).

A temperatura indicada pelo globo, que é colocado no lugar que um animal ocuparia no espaço, provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida de conforto térmico proporcionado pelo ambiente (Silva, 2000).

O delineamento utilizado foi em parcela subdividida, tendo nas parcelas as alturas das árvores e nas sub-parcelas os horários de coletas, sendo o efeito principal comparado com o erro (e) e os horários e a interação altura e horário com o erro (d), sendo o mês utilizado como bloco, com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + e_{ij} + H_k + AH_{ik} + d_{ijk}$$

em que:

$u$  = constante associada a todas as observações;

$A_i$  = efeito das alturas  $i$ ,  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$B_j$  = efeito do bloco (repetições);

$e_{ij}$  = erro aleatório associado à parcela;

$H_k$  = efeito do horário de medida  $k$ ,  $k = 1,2,3,4,5,6$ ;

$AH_{ik}$  = efeito da interação da altura  $i$  e do horário  $k$ ;

$d_{ijk}$  = erro aleatório associado à subparcela.

A média das observações da hora para cada mês (bloco) das variáveis ambientais e dos índices foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000). As regressões foram escolhidas pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Os pontos de máximas e mínimas das regressões cúbicas e as máximas ou mínimas das quadráticas foram calculados com o auxílio do programa WINPLOT (Parris, 2008).

## Resultados e Discussão

No verão nas regiões junto aos paralelos de 23,5° a radiação solar é mais intensa no solstício de verão, quando o sol está em ângulo reto sobre a linha do trópico (Silva, 2000) de capricórnio, nas proximidades dos sistemas observados (23°).

Os valores médios da temperatura do ar (Ta) mostraram interação ( $p < 0,05$ ) horário  $\times$  sistema. Às 10 e às 18 horas os sistemas diferiram entre si ( $p < 0,05$ ), não havendo diferenças ( $p > 0,05$ ) nos demais horários (Figura 1a).

A menor média da Ta (Figura 1a) foi obtida no horário das 8 horas, não existindo diferença entre os sistemas ( $p > 0,05$ ). Silva (2000) afirma que a proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra a radiação térmica e não contra o calor propriamente dito, já que essa proteção não altera a temperatura do ar. Nossos resultados mostraram que às 10 horas a Ta foi maior no sistema sem sombra (SS) com média de 30,2°C não diferindo ( $p > 0,05$ ) do sistema com árvores de 18 m de altura (SSP18) com 29,7°C, porém foi diferente ( $p < 0,05$ ) dos sistemas com árvore de 8 m de altura (SSP8) com 28,5°C e do sistema com árvores de 28 m de altura (SSP28) com 28,9°C, que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Às 18 horas a Ta foi maior ( $p < 0,05$ ) nos sistemas SS (31,6°C) e SSP8 (32,2°C) que foram iguais entre si, diferindo ( $p < 0,05$ ) dos sistemas SSP18 (30,3°C) e SSP28 (31,3°C) que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), enquanto o sistema SSP28 não diferiu ( $p > 0,05$ ) dos sistemas SS e SSP8. A presença de árvores pode explicar a diferença da Ta entre os sistemas nos horários das 10 e 18 horas, pelo ângulo de elevação do sol, onde a projeção da sombra das árvores entre os renques ocorreu em uma maior área, e igualmente após às 16 horas, interceptando a radiação solar, retardando o aumento ou diminuindo mais rapidamente a Ta, protegendo o ambiente da radiação solar direta. As temperaturas médias observadas nos diferentes sistemas entre às 12 e 18 horas oscilaram entre 30,3°C e 33,7°C encontrando-se acima da temperatura crítica superior (TCS) fora da zona de termoneutralidade para os bovinos de origem européia (TCS de 25 a 27°C) e próxima do limite para os indianos (TCS  $\geq$  35°C) (Silva, 2000) mostrando-se limitante ao bem-estar dos bovinos. No entanto foram observadas leituras de Ta para os diferentes sistemas acima de 35°C, onde os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 apresentaram, respectivamente, 12,8; 12,5; 6,1 e 7,5% das leituras acima de 35°C, estando acima do limite da TCS para bovinos indianos.

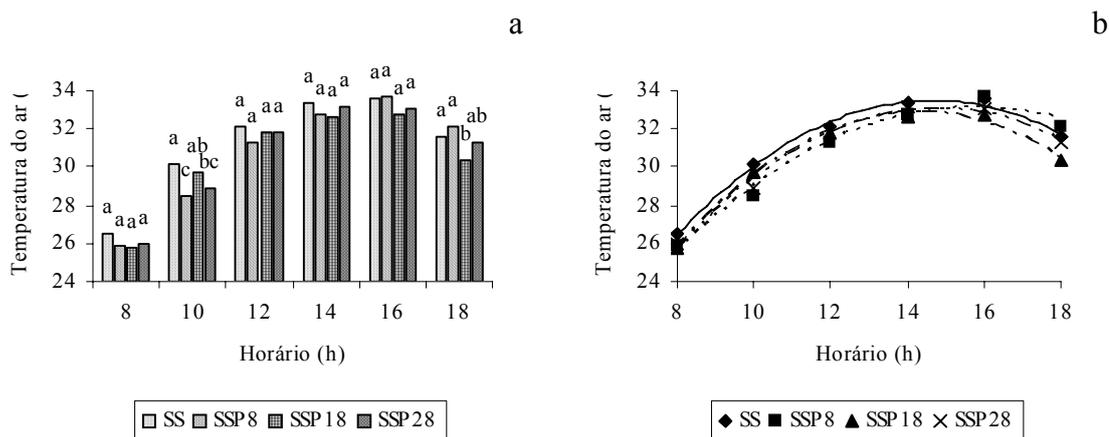


Figura 1. Temperatura do ar (Ta) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressão (b): (—◆—)  $SS = -0,614 + 4,6545 x - 0,1587 x^2$  ( $R^2 = 0,9934$ ); (—■—)  $SSP8 = 1,836 + 3,981 x - 0,1265 x^2$  ( $R^2 = 0,9826$ ); (—▲—)  $SSP18 = -3,4919 + 5,0804 x - 0,1774 x^2$  ( $R^2 = 0,9941$ ); (—×—)  $SSP28 = -1,9109 + 4,7297 x - 0,1599 x^2$  ( $R^2 = 0,99$ ).

Em todos os sistemas houve elevação gradativa da Ta (Figura 1) durante o dia com médias mais elevadas no período da tarde, pela irradiação, pois o ambiente absorvendo a energia da radiação direta do sol se aquece e retransmite essa energia acumulada aumentando a temperatura do ambiente (Silva, 2000).

A regressão da Ta sobre o horário (Figura 1b) mostrou efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para todos os sistemas. Para as regressões dos sistemas os pontos de máxima de Ta predito para o intervalo das 8 h às 18 horas ocorreram no sistema SS às 14:40 horas com 33,5°C; SSP8 às 15:44 horas com 33,2°C; SSP18 às 14:19 horas com 32,9°C e no SSP18 às 14:47 horas com 33,1°C. Os pontos de máxima para os sistemas SS, SSP18 e SSP28, ocorreram aproximadamente uma hora mais cedo em relação ao sistema SSP8. Esta diferença no horário do ponto de máxima da Ta no SSP8 em relação aos sistemas SSP18 e SSP28, pode ser em razão da maior velocidade do vento no sistema SSP8 (Figura 4) que provocou uma maior movimentação de massas de ar refrescando mais o ambiente atrasando o ponto de máxima da Ta. Já a diferença no horário do ponto de máxima da Ta entre o sistema SSP8 e SS pode ser em razão da presença de sombra no sistema SSP8, portanto com menor área de solo exposto à radiação solar, o ambiente demorou mais para aquecer-se e chegar ao ponto de máxima. A média da Ta de 30,8°C para os sistemas foi semelhante ao encontrado na mesma região e período por Marques et al. (2005) que observaram média de 30,6°C.

A temperatura do globo negro (Tg) mostrou interação horário × sistema (Figura 2a), sendo menor em todos os horários ( $p < 0,05$ ) nos sistemas com árvores, com exceção para às 12 horas onde o SSP18 (37,9°C) não diferiu do SS (40°C). A Tg nos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 nos horários das 12 horas com 37,9; 37,9 e 36,5°C respectivamente e 14 horas com 39,1; 39,0 e 38,0°C respectivamente, não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), mas foram menores ( $p < 0,05$ ), comparando com o sistema SS às 12 horas com 40,0°C e às 14 horas com 42,1°C. Os sistemas SSP8 e SSP18 às 10 horas com 35,0 e 34,7°C e 16 horas com 39,9 e 38,5°C, respectivamente, foram iguais ( $p < 0,05$ ) sendo maior que no sistema SSP28 às 10 horas com 30,1°C e 16 horas com 34,1°C nos respectivos horários e menores que o sistema SS às 10 horas com 38,3°C e às 16 horas com 43,0 °C. Para os sistemas SSP18 e SSP28, respectivamente, às 8 horas com 28,1 e 26,2°C e às 18 horas com 30,7 e 30,3°C não foram encontradas diferenças entre si ( $p > 0,05$ ), porém foram menores ( $p < 0,05$ ) que no sistema SSP8 às 18 horas com 34,3°C, todavia às 8 horas o sistema SSP18 não diferiu do sistema SSP8 com 29,8°C,

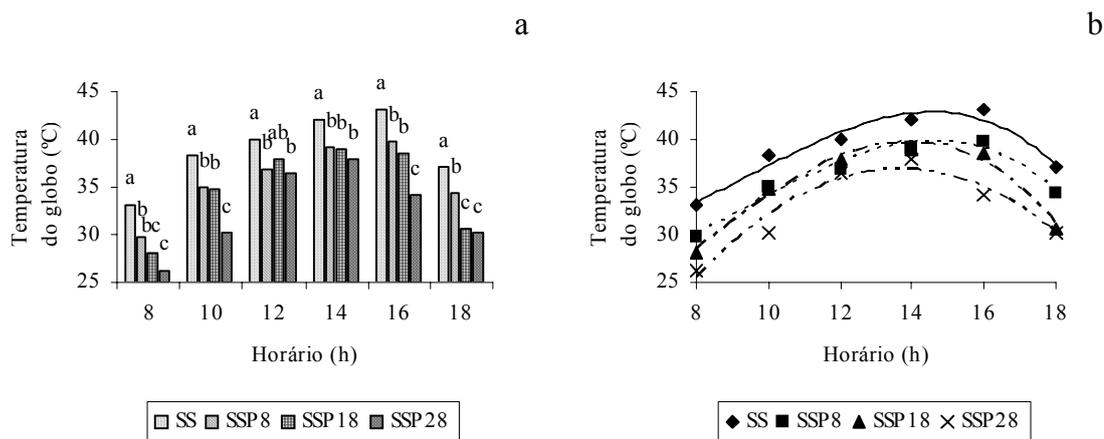


Figura 2. Temperatura do globo negro (Tg) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressões (b): (—◆—) SS =  $39,103 - 4,809 x + 0,7133 x^2 - 0,0251 x^3$  ( $R^2 = 0,9497$ ); (---■---) SSP8 =  $32,846 - 4,109 x + 0,659 x^2 - 0,024 x^3$  ( $R^2 = 0,9634$ ); (-·-▲-·-) SSP18 =  $10,465 + 0,035 x + 0,446 x^2 - 0,021 x^3$  ( $R^2 = 0,982$ ); (-·-×-·-) SSP28 =  $-29,9107 + 9,76 x - 0,357 x^2$  ( $R^2 = 0,9322$ ).

mostrando o efeito da altura das árvores. A Tg mínima, média e máxima observadas para os sistemas de, respectivamente, 20,0; 35,5 e 54,0°C foram próximas ao que encontraram na mesma região e período do ano por Barbosa et. al (2001) em que observaram mínima, média e máxima para Tg de, respectivamente, 21,6; 34,0 e 56°C.

As regressões da temperatura do globo negro ( $T_g$ ) sobre o horário (Figura 2b) mostraram efeito quadrático para o sistema SSP28 e efeito cúbico para os demais sistemas ( $p < 0,05$ ). O ponto de máxima estimada pela equação quadrática para o sistema SSP28 ocorreu às 13:41 horas com 36,9°C. No intervalo das 8 às 18 horas o ponto de máxima estimada pelas equações cúbicas, para os sistemas SS, SSP8 e SSP18 ocorreu, respectivamente, às 14:36 com 42,9°C, 14:37 com 39,8°C e 13:57 horas com 39,7°C, sendo que neste intervalo não houve ponto de mínima para as equações cúbicas. O comportamento da  $T_g$  em relação às horas ocorreu de forma proporcional nos sistemas SSP18 e SSP28, enquanto no sistema SSP8 mostrou-se de forma proporcional ao sistema SS durante todo o dia, que após os pontos de máxima tiveram queda da  $T_g$  menos acentuada comparada com os sistemas SSP18 e SSP28.

O conforto térmico dos animais de muitas espécies depende em alto grau dos níveis de umidade atmosférica, em associação com a temperatura. Assim, em ambiente muito quente, tanto o excesso como a carência de umidade são prejudiciais. Em um ambiente quente e muito seco, a evaporação ocorre bastante rápida, causando irritação cutânea e desidratação geral; em um ambiente quente e demasiado úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise (Silva, 2000). Em geral num ambiente tropical o mecanismo físico de termólise mais eficaz é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera.

De maneira geral, as médias diárias observadas da umidade relativa do ar (UR) (Figura 3) estão situadas na faixa de conforto proposto por Leal & Nãas (1992) e com uma característica desejável, pois nas horas de maior calor (12 às 16 horas) a UR média nos sistemas esteve entre 60,3 a 46,3%, contribuindo na perda de calor por processos evaporativos, um dos principais recursos de regulação homeotérmica em altas temperaturas. Segundo Hafez (1973), o aumento da umidade relativa, diminui a dissipação de calor pela pele por perda na difusão de água.

A média da umidade relativa (UR) nos sistemas SS, SSP8 e SSP28 (Figura 3a), respectivamente, com 54,9; 55,6 e 55,0 %, não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si, mas foram menores ( $p < 0,05$ ) que no sistema SSP18 com 62,4%. A diferença a mais ( $p < 0,05$ ) da umidade relativa no sistema SSP18 em relação aos demais sistemas não tem relação com a altura das árvores e sim com o ambiente local, onde ocorre o encontro de duas pendentes e num nível mais baixo existe uma nascente com mata ciliar que forma uma barreira ao escoamento natural da massa de ar.

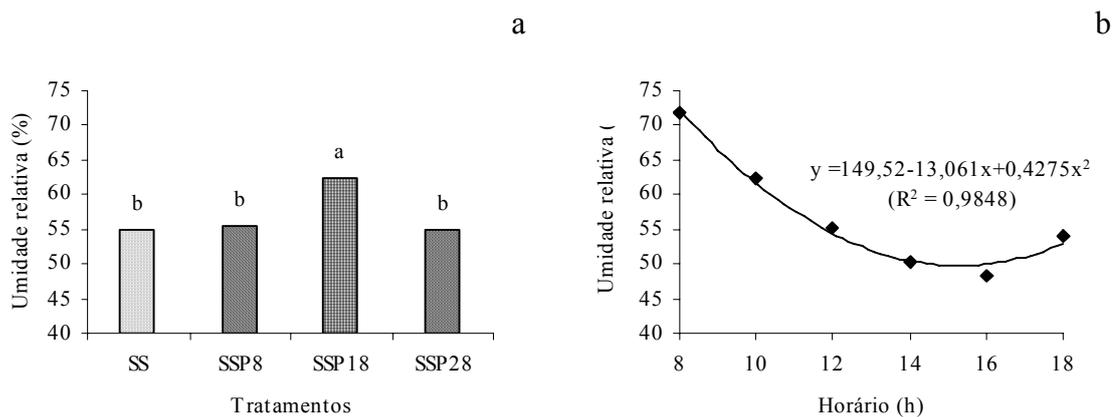


Figura 3. Umidade relativa (UR) nos tratamentos. Nos tratamentos (a), com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Umidade relativa em função do horário do dia (hora) (b).

A regressão para a UR sobre o horário (Figura 3b), mostrou efeito quadrático ( $p < 0,05$ ). O ponto de mínima da UR estimado pela equação quadrática ocorreu às 15:18 horas com 49,70 %.

A causa básica do movimento do ar no sentido horizontal, o vento, é a existência de um gradiente de pressão atmosférica, que funciona como uma força deslocando o ar das zonas de alta para as de baixa pressão. O ar é um fluido que apresenta um determinado grau de viscosidade, variável com a temperatura e suficiente para que o vento sofra certa força de arrasto. Uma superfície rugosa, pedregosa ou coberta de vegetação “agarra” o ar, de modo que, junto à superfície, a velocidade do vento ( $V_v$ ) pode ser consideravelmente reduzida. Estando os animais ao ar livre, a resistência térmica do pelame diminui com o aumento da velocidade do vento e a convecção forçada pode então tornar-se mais importante para a transferência térmica através da capa, dependendo da  $V_v$  e direção do vento com respeito ao corpo do animal (Silva, 2000).

Os quebra-ventos de *Grevillea robusta* provocam redução na  $V_v$  em uma faixa que ultrapassa duas 2 H (em que H é a altura do renque) a barlavento e 16 H a sotavento (Durigan & Simões, 1987).

A velocidade do vento ( $V_v$ ) mostrou interação horário  $\times$  sistema (Figura 4a). Os sistemas com árvores SSP18 e SSP28 foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) em todos os horários para a  $V_v$ . O sistema SSP28, com exceção das 18 horas, proporcionou redução na velocidade do vento em todos os horários, sendo também semelhante ao sistema SSP8 às 8 h, 10h e 12 horas. Já o sistema SSP8 somente proporcionou redução da  $V_v$  às 8

horas, sendo semelhantes ao sistema SS nos demais horários. A redução da Vv foi maior pelos sistemas com árvores, quando a Vv também era maior, no entanto não diretamente proporcional a altura das árvores de cada sistema. Notadamente às 10 horas, horário de maior média de Vv no sistema SS, foi semelhante ao sistema SSP8 e superior aos demais sistemas ( $p < 0,05$ ). Às 12 horas o sistema SSP28, o de maior altura, proporcionou uma redução semelhante ( $p > 0,05$ ) ao sistema SSP8, o de menor altura, e ao SSP18, de altura intermediária. Concordando com os resultados encontrados por Schöffel & Volpe (2005) que trabalharam com renques de telas de polipropileno com 82, 70, 50 e 30% de porosidade e observaram que a redução da Vv por uma barreira aumenta com o aumento da Vv, mas, concomitante a isso, aumenta a variabilidade dessa redução. Semelhantemente, quando as medidas são efetuadas com renques de árvores a redução do vento depende da sua velocidade.

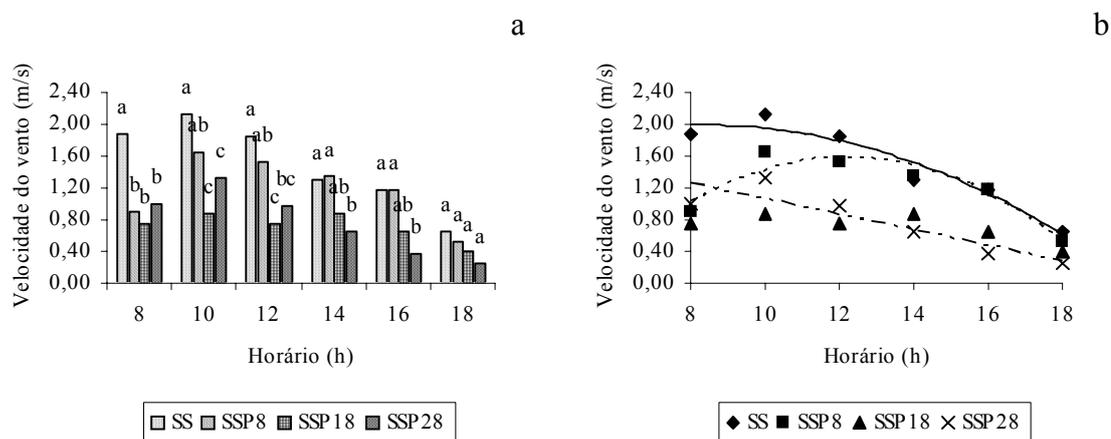


Figura 4. Velocidade do vento (Vv) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressões (b): (—◆—)  $SS = 0,978 + 0,2441x - 0,01468x^2$  ( $R^2 = 0,9356$ ); (---■---)  $SSP8 = -3,1790 + 0,7788x - 0,0319x^2$  ( $R^2 = 0,9045$ ); (---x---)  $SSP28 = -2,0398 - 0,0986x$  ( $R^2 = 0,8108$ ).

No entanto, para renques de árvores folhudas, as folhas têm tendência de colocar-se paralelamente ao escoamento do vento em que a porosidade aumenta com a Vv, o que provoca uma menor redução da Vv. Em contrapartida, para renques constituídos por coníferas, os ramos têm tendência de se chapear uns contra os outros quando a Vv aumenta, a porosidade diminui então e a redução do vento é mais forte (Guyot, 1989). Todavia a altura das copas das árvores também pode influenciar a redução da Vv, em que com Vv maiores a redução pode ser diminuída com o aumento da altura das copas.

As regressões para as Vv sobre o horário (Figura 4b), mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para os sistemas SS e SSP8 e linear para o sistema SSP28 ( $p < 0,05$ ). O ponto

máximo da  $V_v$  estimada pelas equações quadráticas para os sistemas SS e SSP8 ocorreu, respectivamente, às 8:19 horas com 1,99 m/s; 12:12 horas com 1,57 m/s. Não houve efeito de regressão ( $p > 0,05$ ) para o sistema SSP18. Apesar das médias foram encontradas leituras máximas de  $V_v$  para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 de, respectivamente, 7,2; 5,6; 2,4 e 4,3 m/s. O efeito do vento na troca térmica dos animais através do pelame vai depender da densidade deste, pois não sendo suficientemente denso, o vento vai penetrar nele, causando assentamento dos pêlos e removendo o ar entre eles. Quando a  $V_v$  do vento é pequena (menos de 1 m/s) esse efeito é desprezível, dependendo da densidade do pelame. O efeito do vento é maior quando atinge o animal da direção contra pêlo, o que é desejável em climas quentes (Silva, 2000).

Comparando a média dos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 com a do sistema SS, estes reduziram a  $V_v$  em 20,7; 50,0; e 48,0% respectivamente. A diferença de redução da velocidade do vento além da altura dos renques, também pode ter sido influenciada pela diferença de porosidade e altura das copas, em que o sistema SSP28 com uma maior altura das copas permitiu uma maior  $V_v$  próximo ao solo, comparado com o SSP18 que tinha menor altura da copa. Durigan & Simões (1987) concluíram que o ponto de máxima proteção contra o vento foi mais próximo da barreira (2 H) para a barreira mais compacta e mais distante (4 H) para a barreira mais permeável, considerando-se a porosidade das copas. Portanto, considerando a altura dos renques, os sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 teriam uma proteção, respectivamente de 16 a 32m, 36 a 72m e 50 a 100m. Como a distância entre os renques era de 25m nos diferentes sistemas, o sistema SSP8 foi menos eficiente em função da altura do renque, podendo nivelar-se aos demais quando a altura do renque alcançar 12,5m.

O índice de temperatura e umidade (ITU) (Figura 5) mostrou haver interação horário  $\times$  sistema ( $p < 0,05$ ). Às 10 horas, com o mesmo comportamento da  $T_a$  os sistemas SS e SSP18 com 80,4 e 80,5 foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) e com valor maior que os sistemas SSP8 e SSP28 com 78,5 e 78,9 e estes não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Às 12 horas o ITU no sistema SSP18 em que UR foi superior ( $p < 0,05$ ) aos demais sistemas, apresentou também o maior valor (82,8) superior ( $p < 0,05$ ) ao sistema SSP8 (81,5) e semelhante ( $p > 0,05$ ) aos sistemas SS (82,4) e SSP28 (82) (Figura 5a). Este resultado às 12 horas foi influenciado pelo peso que a UR tem na composição do ITU. Nos demais horários não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) para ITU nos ambientes com árvores, e estes comparados com o sistema SS, confirmando o que comentam Buffington et al. (1981) que este índice não representa a realidade das condições

climáticas em regiões com alto índice de radiação. De acordo com Hahn (1985), citado por Silva (2000), um valor de ITU igual a 70 ou menos indica uma condição normal, não estressante; um valor entre 71 e 78 é crítico; entre 79 e 83, indica perigo; acima de 83 já constitui uma emergência. Segundo esse autor, tais faixas seriam válidas para animais domésticos em geral e não apenas vacas.

Bohmanova et al. (2007) avaliaram sete ITUs com diferentes ponderações entre a temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido em dois tipos de ambientes, sendo um em clima semi-árido e outro úmido. Concluíram que os índices com pesos mais elevados na umidade eram os melhores no clima úmido, visto que índices com pesos maiores na temperatura eram os melhores indicadores do esforço de calor no clima semi-árido. Umidade era o fator de limitação do esforço de calor em climas úmidos, visto que a temperatura de bulbo seco era o fator de limitação do esforço de calor em climas secos.

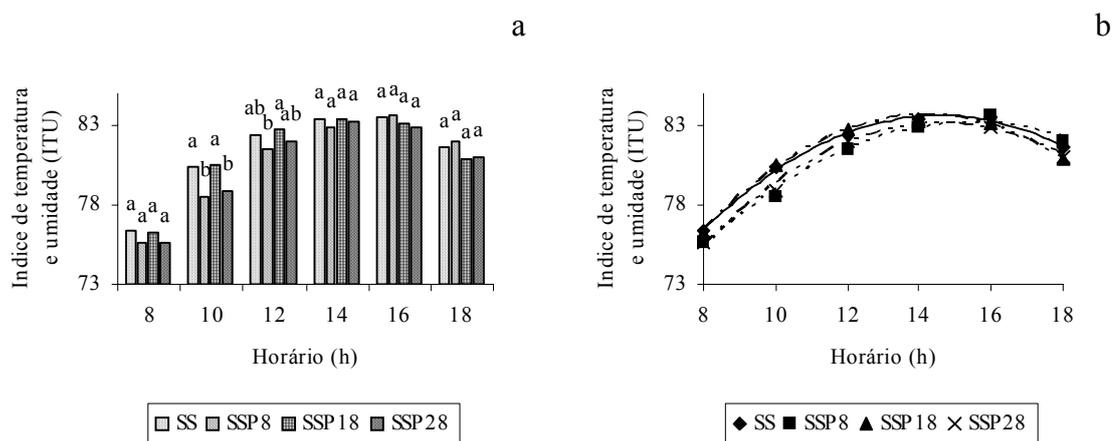


Figura 5. Índice de temperatura e umidade (ITU) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressões (b): (—◆—) SS =  $48,591 + 4,8066 x - 0,1649 x^2$  ( $R^2 = 0,9962$ ); (—■—) SSP8 =  $49,7397 + 4,3223 x - 0,1397 x^2$  ( $R^2 = 0,9872$ ); (—▲—) SSP18 =  $45,3311 + 5,402 x - 0,1904 x^2$  ( $R^2 = 0,9951$ ); (—×—) SSP28 =  $45,2565 + 5,1805 x - 0,1772 x^2$  ( $R^2 = 0,9927$ ).

Os diferentes ITUs usam a intensidade térmica de um dado momento, não considerando o tempo de exposição do animal às condições térmicas adversas do ambiente no dia, bem como as noturnas e as do dia posterior, pois o estresse pelo calor pode ser amenizado ou então acentuado (Gaughan et al., 2008).

As regressões para ITUs sobre o horário (Figura 5b) mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para todos os sistemas. O ponto de máxima do ITU estimado pela equação

quadrática para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28, respectivamente, ocorreu às 14:34 com 83,6; 15:28 com 83,2; 14:11 com 83,6 e às 14:37 horas com 83,1. Em que o resultado obtido para o horário do ponto de máxima, foi semelhante ao obtido na Ta.

Para os diferentes sistemas o índice de temperatura globo-umidade (ITGU) mostrou haver interação horário x sistema ( $p < 0,05$ ) (Figura 6). A presença de árvores proporcionou uma redução da média do ITGU nas horas mais quentes do dia em comparação com o ambiente não sombreado, o que é favorável, principalmente se considerar que foram analisadas as médias sem ser considerado os extremos ocorridos. Os sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 apresentaram ITGU médios (Figura 6a) menores ( $p < 0,05$ ) que o SS em todos os horários, com exceção do sistema SSP18 que às 12 h e 14 horas não diferiu do sistema SS, confirmando que o ITGU representa melhor a realidade das condições climáticas nas regiões com maior taxa de radiação solar, como afirmam Buffington et al. (1981).

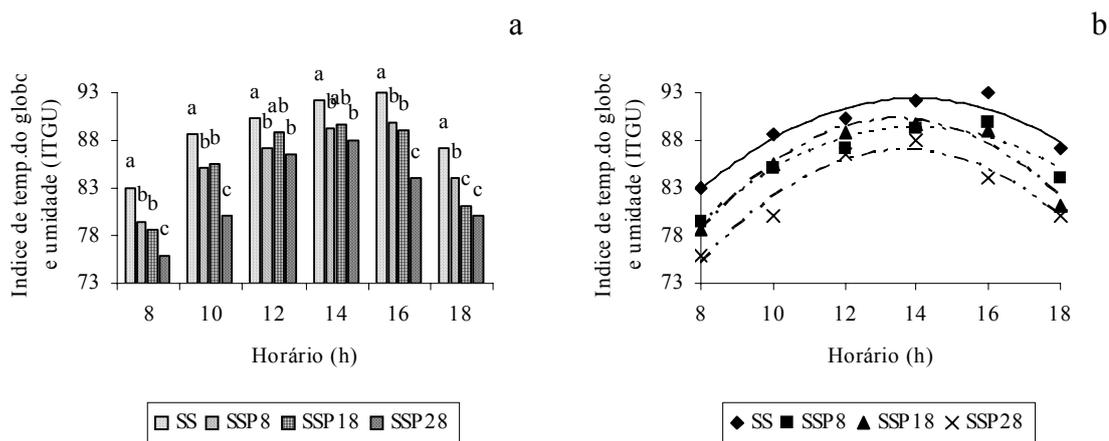


Figura 6. Índice temperatura do globo e umidade (ITGU) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressão (b): (—◆—) SS =  $37,7781 + 7,5547 x - 0,2712 x^2$  ( $R^2 = 0,9262$ ); (---■---) SSP8 =  $34,9897 + 7,746 x - 0,2762 x^2$  ( $R^2 = 0,9417$ ); (-.-▲.-.) SSP18 =  $17,9144 + 10,7674 x - 0,4008 x^2$  ( $R^2 = 0,9737$ ); (-.-x-.-) SSP28 =  $17,2673 + 10,2095 x - 0,3739 x^2$  ( $R^2 = 0,9353$ ).

As regressões (Figura 6b) para o ITGU médio sobre o horário, mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para todos os sistemas. O ponto de máxima do ITGU estimado pelas equações quadráticas para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 ocorreu, respectivamente, às 13:55 horas com 90,4; 14:01 horas com 89,3; 13:26 horas com 90,2 e 13:40 horas com 87. Resultados semelhantes a estes foram observados por Barbosa et

al. (2004), na mesma região e época do ano que verificaram valores máximos de ITGU no período da tarde ao sol de 95 e à sombra de 88.

Para os diferentes sistemas o índice de carga térmica (ICT) mostrou haver interação horário  $\times$  sistema ( $p < 0,05$ ) (Figura 7). O ICT (Figura 7a) nos sistemas com sombra melhorou a condição do estresse térmico ( $p < 0,05$ ) para todos os horários, com exceção no SSP8 às 8 h e 18 horas, no SSP18 às 12 h e 14 horas e no SSP28 às 12 horas que foram semelhante ( $p > 0,05$ ) ao sistemas SS. O sistema SSP28 às 10 h e 16 horas proporcionou as maiores ( $p < 0,05$ ) reduções no ICT, na ordem de 9 pontos, em relação ao sistema sem sombra (SS).

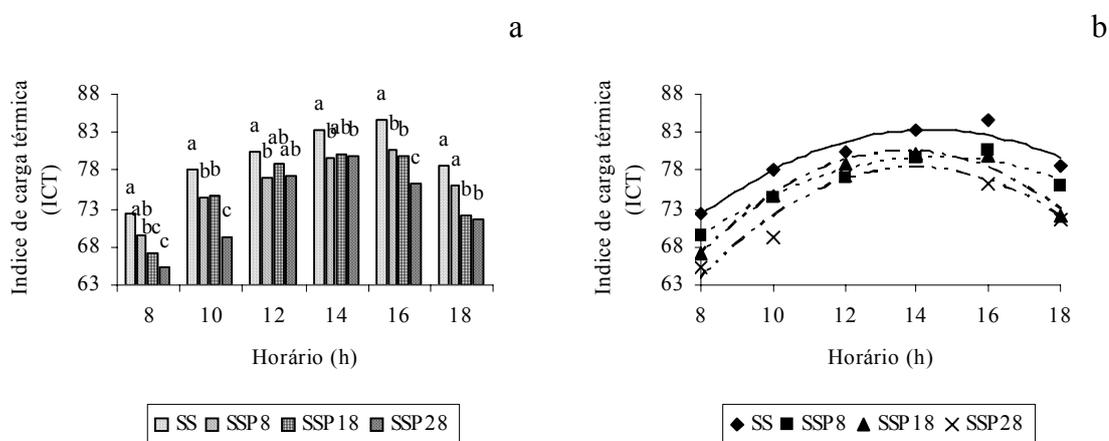


Figura 7. Índice de carga térmica (ICT) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressão (b): (—◆—) SS =  $26,32 + 7,9333 x - 0,2759 x^2$  ( $R^2 = 0,9216$ ); (—■—) SSP8 =  $28,3065 + 7,0579 x - 0,2425 x^2$  ( $R^2 = 0,9457$ ); (—▲—) SSP18 =  $2,22 + 11,4297 x - 0,4172 x^2$  ( $R^2 = 0,9737$ ); (—×—) SSP28 =  $-0,4713 + 11,2711 x - 0,403 x^2$  ( $R^2 = 0,9353$ ).

As regressões para o ICT médio (Figura 7b) sobre o horário, mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para todos os sistemas. O ponto de máxima do ICT estimado pelas equações quadráticas para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 ocorreu, respectivamente, às 14:22 horas com 83,4; 14:33 horas com 79,7; 13:42 horas com 80,5 e 13:59 horas com 78,3.

Silva et al. (2007) avaliando a correlação de diferentes índices de conforto térmico com a temperatura retal e com a taxa respiratória em vacas leiteiras em clima tropical, concluíram que os índices ITU e ITGU não tiveram correlação com as respostas fisiológicas em um ambiente tropical. Conseqüentemente, não devem ser usados em tal ambiente para a especificação do esforço térmico de gado leiteiro. O ICT mostrou

correlação significativa de 0,286 com a temperatura retal e de 0,542 com a taxa respiratória, sendo considerado como melhor índice para avaliar ambientes tropicais para o gado leiteiro, sendo que para regiões tropicais um valor de ICT igual ou menor que 89 indica uma condição normal, entre 89 e 92 uma condição de cuidado, entre 92 e 95 uma condição de extremo cuidado e maior que 95 uma condição de perigo. No presente trabalho os valores observados de ICT iguais ou acima de 89 para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 foram, respectivamente, 53,7; 14,8; 25,9 e 5,6%, mostrando efeito para os sistemas com sombra, todavia não sendo proporcional a altura dos renques, visto a Vv ter um efeito redutivo, contrário a UR e Tg na composição deste índice.

A carga térmica radiante (CTR) apresentou interação horário  $\times$  sistema ( $p < 0,05$ ) (Figura 8). A CTR no sistema SS foi superior ( $p < 0,05$ ) aos demais sistemas em todos os horários, sendo que das 10 h às 16 horas houve pouca variação, enquanto os sistemas com árvores mostraram redução na CTR com diferença proporcional entre si em função da altura dos renques (Figura 8a).

Os sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 não diferiram entre si às 12 horas. Os sistemas SSP8 e SSP18 não diferiram entre si em todos os horários, sendo que às 8 h e 18 horas o sistema SSP18 não diferiu do sistema SSP28, que apresentou menor média de CTR em relação aos demais sistemas às 10 h, 14 h e 16 horas.

As regressões para a CTR média (Figura 8b) sobre o horário, mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para todos os sistemas. O ponto de máxima da CTR estimado pelas equações quadráticas para os sistemas SS, SSP8, SSP18 e SSP28 ocorreu respectivamente às 12:47 horas com  $709,9 \text{ W/m}^2$ ; 13:07 horas com  $637,2 \text{ W/m}^2$ ; 13:02 horas com  $621,2 \text{ W/m}^2$  e 13:10 horas com  $562,5 \text{ W/m}^2$ . A redução da CTR nos sistemas SSP8, SSP18 e SSP28 em relação ao sistema SS nos pontos de máximas foi, respectivamente, de 10,24; 12,49 e 20,76%, concordando com Baccari Jr (2001) e Turco (1993) que verificaram redução da CTR quando comparado com área não sombreada.

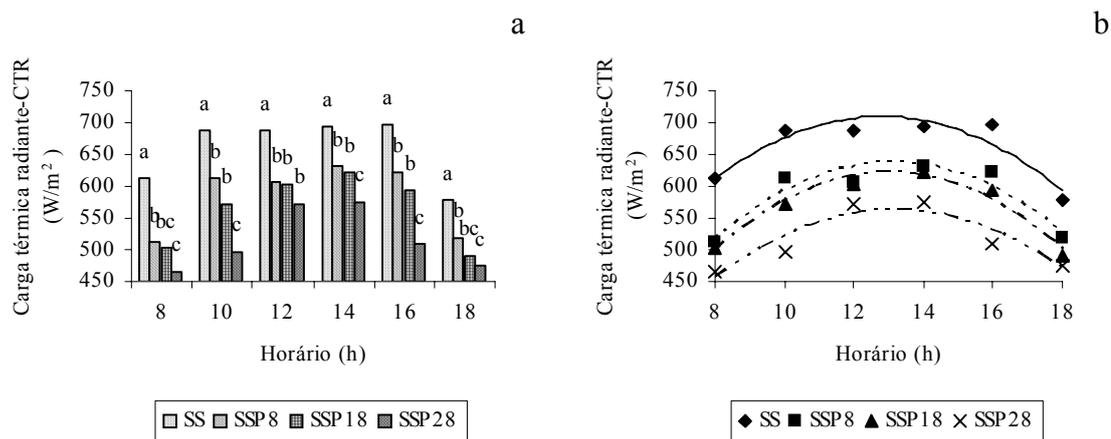


Figura 8. Carga térmica radiante (CTR) nos sistemas em função do horário (hora). Nos grupos de horas (a), colunas com letras diferentes diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey. Equações de regressão (b): ( $-\diamond-$ )  $SS = 7,2193 + 109,9532 x - 4,3011 x^2$  ( $R^2 = 0,8527$ ); ( $--\blacksquare--$ )  $SSP8 = -158,8837 + 121,3103 x - 4,6214 x^2$  ( $R^2 = 0,8846$ ); ( $--\blacktriangle--$ )  $SSP18 = -213,4478 + 128,0973 x - 4,915 x^2$  ( $R^2 = 0,9584$ ); ( $\cdots\times\cdots$ )  $SSP28 = -128,6515 + 104,8497 x - 3,9765 x^2$  ( $R^2 = 0,8544$ ).

### Conclusões

A presença de árvores não mudou a umidade relativa do ar e a temperatura do ar, com exceção para a  $T_a$  no horário das 10 h e 18 horas. No entanto alterou a temperatura do globo e a velocidade do vento, mostrando efeito da altura dos renques nos diferentes horários do dia.

Os índices ITGU e CTR que consideram no seu cálculo a radiação solar demonstraram que a presença de árvores melhora o ambiente e concomitante o conforto térmico dos animais, sendo também proporcional a altura dos renques nos horários de maior radiação solar. O ITU apenas foi alterado pela presença de árvores às 10 h e 12 horas, por considerar na sua composição a  $T_a$  com maior peso. O ICT que considera a  $T_g$ , UR e  $V_v$  na sua composição demonstrou que a presença de árvores melhorou as condições ambientais, no entanto não proporcional a altura dos renques, sendo mais eficiente para avaliar o conforto térmico animal.

### Literatura Citada

- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 142p. 2001.
- BARBOSA, O.R.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E. N. et al. Zoneamento bioclimático da ovinocultura no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia.** , v.30,

- p.597 - 603, 2001.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T. et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, no. 1, p. 115-122, 2004.
- BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.874-883, 1995.
- BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. J. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress, **Dairy Sci.** 90:1947–1956 doi:10.3168/jds.2006-513, 2007.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Trans ASAE (Am.Soc.Agric.Eng.)**, p. 711-714, 1981.
- DETZEL, V.A. Arborização Urbana: importância e avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, 1992. Vitória, **Anais...** Vitória: 1992. 0.39-52.
- DURIGAN, G; SIMÕES J.W. Quebra-ventos de *Grevillea robusta* A. CUNN – Efeitos sobre a velocidade do vento, umidade do solo e produção do café, **IPEF**, n.36, p.27-34, ago.1987.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port, C.T. Avi Publishing, 325p. 1979.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45<sup>a</sup> Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. **Anais...** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258, 2000.
- GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT M. et al. A new heat load index for feedlot cattle, doi: 10.2527/jas.2007-0305 originally published online Oct 2, 2007; 2008.86:226-234. **Journal Animal Science**, 2008.
- GAUGHAN, J.G.; GOOPY, J.; SPARK, J. Excessive heat load index for feedlot cattle. Sydney: MLA Ltda, **Meat and Livestock-Australia Project Report**, 316, 2002.
- GUYOT, G. Les effets aerodynamiques et microchmatiques des brise-vent et des aménagements regionaux. International Council for Research in Agroforestry, p.485-520, **Anais...** Nairobi, Kenya, 1989.
- HAFEZ, E.S.E. **Adaptacion de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 49 p. Ilust. (IAPAR, Documento, 18), 1994.
- LEAL, P.M.; NÃÃS I.A. Ambiente animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP : Unicamp. 1992. p.121-135.
- MENARIM FILHO, A. **Produção e composição química de forragens em sistemas silvipastoris com *Eucalyptus spp.***, Dissertação de Mestrado, Anízio Menarim Filho, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 2007.

- MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Lavras. 1993. **Anais...** Lavras. P. 42-46. 1993.
- NUNES, A.S.; BARBOSA O.R.; DAMASCENO J.C. Respostas fisiológicas de cabras leiteiras submetidas ao regime de suplementação com concentrado em dois sistemas de produção, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, no. 1, p. 157-163, 2003.
- PARRIS, R. **Softwares Peanut:Winplot**. Disponível em <<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>> Acesso em 20 de Maio de 2008.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.785-790, mai-jun, 2004
- SCHÖFFEL, E.R.; VOLPE, C.A.; Redução relativa do vento com quebra-ventos de diferentes porosidades, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n.2, p.284-291, 2005.
- SILVA, I.J.O.; SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A., Arborização: uma metodologia para avaliação da qualidade de sombras por meio dos índices de conforto térmico, In: II Congresso Brasileiro de Biometeorologia, **Anais...** Goiania- GO, anais, 1998.
- SILVA, K.O.; SILVA, I.J.O.; GHELFI FILHO, H.; NÄÄS, I.A., Caracterização da sombra de árvores, através de índices de conforto térmico, para a região de Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIV, **Anais...** Viçosa, resumos, Viçosa :SBEA, 1995.
- SILVA, R.G., **Introdução à Bioclimatologia Animal**, Livraria Nobel, 286p., 2000.
- SILVA, R.G.; MORAIS, D.A.E.F.; GUILHERMINO, M.M., Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1192-1198, 2007.
- THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57-59, 1958.
- TURCO, S.H.N. **Modificações das condições ambientais de verão, em maternidade de suínos**. 58f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1993.

#### IV. COMPORTAMENTO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO.

**RESUMO:** Objetivou-se verificar o efeito da presença de árvores e sua altura em sistema silvipastoril (SSP) sobre o comportamento ingestivo de novilhas aneladas no verão. O delineamento foi inteiramente casualizado com sistemas sem sombra (SS), com árvores com oito metros (SSP8) com 18 m (SSP18) e 10 novilhas aneladas por tratamento. Os dados foram coletados em 3 dias por 12 horas, subdivididos em P1 (7:15 às 13:00 horas) e P2 (13:15 às 19:00 horas). Avaliou-se o tempo e frequências de pastejo, ruminação, ócio e a percentagem do tempo que os animais permaneceram à sombra. Os valores médios e mínimos do índice de temperatura do globo-umidade foram menores e iguais (86 e 82) para SSP8 e SSP18 do que para SS (89 e 86). Houve interação entre os sistemas e os períodos para todas as variáveis, com exceção da frequência de ruminação (FRU). Para o sistema SS o tempo de pastejo (TP) não diferiu ( $p>0,05$ ) entre P1 (202 min) e P2 (187 min), no entanto a frequência de pastejo (FP) foi menor no P2 (3,17). Para os sistemas SSP8 e SSP18 o TP no P2, respectivamente, com 195,50 e 219,00 min foi maior ( $p<0,05$ ) que no P1, respectivamente, com 128,00 e 158,50 min. O tempo de ruminação (TRU) foi maior no P1 para todos os sistemas. A FRU foi para SSP8 com 3,58, SS com 3,05 e SSP18 com 2,22. Maior tempo de ócio (TOC) e a frequência de ócio (FOC) foram encontrados no sistema SS (97,50 min e 3,80 respectivamente) no P2, sendo para os sistemas SSP8 (98,50 min e 4,47 respectivamente) e SSP18 (127,00 min e 4,27 respectivamente) foram maiores no P1 ( $p<0,05$ ). Os animais nos SSP8 e SSP18 passaram em média 43,49 e 49,81% respectivamente do tempo à sombra. Conclui-se que a presença de árvores nos SSP alterou entre P1 e o P2 o TP e TOC e a FP e FOC dos animais, porém, não influenciou no TRU e na FRU.

**Palavras-chave:** ambiência, árvores, índices, ócio, ruminação, sombra.

## BEHAVIOR OF CATTLE BEEF IN SILVIPASTORAL SYSTEMS WITH EUCALYPTUS

**ABSTRACT:** Objectified to verify the effect of the presence of trees and its height in silvipastoral system (SSP) on the intake behavior of Nelore heifers in the summer. The design was totally randomized with systems without shade (WS), with trees with eight meters (SSP8) and 18 m (SSP18) and 10 Nelore heifers for treatment. The data were collected in 3 days for 12 hours, subdivided in P1 (7: 15 to the 13:00 hours) and P2 (13: 15 to the 19:00 hours). There were evaluated the times and frequency of grazing, rumination, idle and the percentage of time that the animals had remained at shade. The average and minimum values of the index of temperature from the globe-humidity were lower and equal (86 and 82) for SSP8 and SSP18 than for SS (89 and 86). There was interaction between the systems and the periods for all the analyzed variable, with exception of the rumination frequency (RUF). For system WS the grazing time (GT) did not differ ( $p>0.05$ ) between P1 (202 min) and P2 (187 min), however the grazing frequency (GFR) was lower for P2 (3.17). For systems SSP8 and SSP18 the GT in the P2, respectively, with 195.50 and 219.00 min. was higher ( $p<0.05$ ) than in the P1, respectively, with 128.00 and 158.50 min. The rumination time (RUT) was higher in the P1 for all systems. The GFR was for SSP8 with 3.58, SS with 3,05 and SSP18 with 2.22. A higher idle time (IT) and the idle frequency (IF) had been found in system SS (97.50 min and 3.80 respectively) in the P2, being for systems SSP8 (98.50 min and 4.47 respectively) and SSP18 (127.00 min. and 4.27 respectively) were higher in the P1 ( $p<0.05$ ). The animals in SSP8 and SSP18 had passed on average 43.49 and 49.81% respectively of the time in the shade. It was concluded that the presence of trees in the SSP modified between P1 and the P2 the GT and IT and GFR and IF of the animals, however, it did not influence RUT and RUF.

**Keywords:** ambience, index, idle, rumination, shade, tree.

## Introdução

A etologia estuda o comportamento e manifestações vitais dos animais em seu ambiente de criação ou em ambientes modificados pelo homem. O conhecimento do comportamento dos animais é essencial para a obtenção de condições ótimas de criação e alimentação para obter o máximo de eficiência da produção (Swenson, 1988).

Os fatores climáticos, cuja interação afeta o bem-estar humano e animal, são: a umidade, a temperatura, a movimentação do ar e a radiação solar. Em ambientes fechados e interiores de edificações é possível exercer o controle destes fatores, mantendo as condições microclimáticas dentro, ou muito próximas dos limites das chamadas “zonas de conforto”. Em ambientes externos, o controle do microclima também é possível através do plantio de árvores e arbustos possibilitando obter níveis mínimos de conforto (Detzel, 1992).

A proteção proporcionada pela sombra é uma barreira contra a radiação térmica e não contra o calor propriamente dito, uma vez que não altera a temperatura do ar, entretanto, devido aos elevados níveis de radiação solar nas zonas tropicais, essa proteção é essencial e há inúmeras pesquisas que sugerem que a simples existência de sombras de árvores nos pastos pode alterar favorável e significativamente o desempenho animal (Silva, 2000).

Paranhos da Costa (1987) observou que, embora a temperatura do ar e a velocidade do vento tenham sido importantes na determinação da efetividade dos mecanismos de resfriamento, em dias claros a radiação solar foi o elemento climático mais importante para predizer o uso de sombra. Ou seja, como os mecanismos de resfriamento não foram suficientes para prevenir o aumento da temperatura corporal, sob condições de intensa radiação solar, a principal resposta foi a busca pela sombra e a ingestão de água.

As variações climáticas influenciam o comportamento ingestivo dos animais. Isto mostra que os animais modificam seus comportamentos de ingestão de alimentos e consumo de água, de acordo com a ação dos elementos climáticos sobre eles. O uso do sombreamento favorece as condições de ambiente (conforto térmico) para os animais, alterando o comportamento dos mesmos (Marques, 2006).

Objetivou-se, com este trabalho avaliar o efeito da presença de árvores e sua altura em sistema silvipastoril sobre o comportamento ingestivo de novilhas aneladas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no mês de março de 2007 na região noroeste do Estado do Paraná, próximo à cidade de Paranavaí, caracterizada por clima Cfa subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Köppen (Iapar, 1994).

Para a avaliação do comportamento dos animais foram utilizadas duas propriedades, sendo a primeira localizada no Município de Alto Paraná, nas coordenadas 22°56' latitude sul, e 52°18' longitude oeste e 421 metros de altitude, contendo os sistemas sem sombra (SS) e o sistema silvipastoril formado com árvores de 8 metros de altura (SSP8). O sistema SS, consistiu em uma área de pastagem formada com *Panicum maximum* cv Tanzânia, e o sistema SSP8 em uma área com sistema silvipastoril formado com Eucalipto, consorciado com *Brachiaria brizantha* cv Marandu. A segunda propriedade no Município de Paranavaí, nas coordenadas 23°05' latitude sul, e 52°33' longitude oeste e 397 metros de altitude, contendo o sistema SSP18, em um sistema silvipastoril formado com Eucalipto, consorciado com *Panicum maximum* cv Mombaça. As áreas dos piquetes em todos os sistemas foram de 1,5 ha. Em ambos os sistemas as árvores de eucalipto estavam dispostas em renque, acompanhando o nível do solo, com densidade média de 160 árvores por hectare, 2,5 metros entre árvores, 20 a 25 metros entre linhas.

Foram utilizadas 30 novilhas aneladas, distribuídas dentro dos três sistemas, com peso vivo médio de  $260 \pm 20$  kg, identificadas individualmente, com tinta atóxica na altura da cernelha.

As novilhas estavam adaptadas ao local de pastoreio e há presença de pessoas montadas em equinos, em que ao serem observadas desta maneira não existia zona de fuga na presença dos observadores. Paranhos da Costa & Silva (2007) define zona de fuga como uma área de segurança individual, que define a distância de fuga, caracterizada pela distância mínima de aproximação antes da fuga na presença de um estranho, de um dominante ou de um predador.

O comportamento dos animais foi observado pelo método de rota de amostragem focal e rota de coleta instantânea (Martin & Bateson, 1994).

As observações de comportamento foram realizadas durante três dias, a cada 15 minutos, por doze horas, sendo o dia dividido em dois períodos de seis horas (P1 = 7:15 às 13:00 h; P2 = 13:15 h às 19:00 h), realizados por duplas, montadas em equinos, com revezamento por período, coerente com Silva et al (2006) que concluíram que estudos visando determinar o comportamento ingestivo de ruminantes podem ser efetuados a

escalas de até 30 minutos de intervalo entre observações sem comprometer os resultados. Foram observadas as atividades de pastejo dos animais: ao sol e sombra; ruminação ao sol e sombra; ócio ao sol e sombra. As atividades foram anotadas em etogramas específicos e ao término da avaliação do comportamento foi efetuada a totalização em minutos das informações por tratamento, em cada período por dia, de acordo com metodologia usada por Hughes & Reid, (1951) e Marques et al. (2005).

As atividades comportamentais foram consideradas como mutuamente excludentes, ou seja, a cada registro, cada um dos animais foi classificado em apenas uma atividade. O tempo em pastejo (TP) incluiu o tempo gasto na seleção dos sítios de pastejo, apreensão e manipulação do bolo alimentar. O tempo em ruminação (TRU) considerou os tempos gastos na regurgitação e remastigação dos bolos e o tempo decorrido entre a deglutição e a regurgitação. O tempo em ócio (TOC) considerou o tempo em que os animais não mostravam atividade de pastejo ou movimentos mandibulares. A posição à sombra foi considerada quando o animal estava com 50% ou mais do corpo sob a sombra do renque. Para verificar a alternância entre as atividades calculou-se a frequência em pastejo (FP), frequência em ruminação (FRU) e frequência em ócio (FOC). Foi considerada como frequência, a soma das vezes que cada animal retornava a mesma atividade.

Para os tratamentos SSP8 e SSP18 foram registradas as velocidades do vento (Vv), a temperatura ambiente (Ta), a umidade relativa do ar (UR), a temperatura do globo negro (Tg) no centro geométrico da sombra e entre os renques (fixo). Para o sistema SS foram registradas as mesmas variáveis, sendo em local fixo.

As variáveis ambientais (Vv, Ta e UR) foram coletadas utilizando-se termo-higro-anemômetros (THAL-300<sup>®</sup>) A Tg foi obtida com o uso de um globo negro com esfera plástica com 15 cm de diâmetro e termômetro de coluna de álcool.

Conforme metodologia proposta por Silva et al. (1998) a seleção do ponto de coleta foi feita de maneira a ter características semelhantes quanto ao espaçamento entre árvores, entre renques, altura das árvores, em relação à densidade foliar e tipo de folha; na mesma seqüência de renque.

Para avaliar a sombra posicionaram-se os equipamentos a 1,60 m de altura do solo, simulando a altura do dorso dos animais (Silva, et al. 1995). Com relação à posição horizontal foram colocados a uma distância média de 0,5 metros do tronco da árvore ou no centro geométrico da sombra projetada, sendo os equipamentos deslocados

de acordo com a inclinação do sol e conseqüentemente com a movimentação da sombra, sendo realizado estudo prévio deste deslocamento.

A coleta de dados do clima foi realizada simultaneamente com a coleta dos dados de comportamento, a cada hora no intervalo das 7 h às 18 horas.

Para a avaliação dos ambientes, foi utilizado o Índice de temperatura globo-umidade (ITGU), proposto por Buffington (1981) e determinada a Carga Térmica Radiante (CTR), proposta por Esmay (1979):

$$ITGU = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

em que:

$T_a$  = temperatura do ar (°C)

$T_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho (°C) onde:

$$CTR = \sigma T_{rm}^4, \text{ W/m}^2$$

em que:

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann,  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ,

$T_{rm}$  = Temperatura Radiante Média (°K)

$$T_{rm} = 100 \{2,51 V_v^{0,5} (T_g - T_a) + ((T_g + 273) / 100)^4\}^{0,25}$$

em que:

$T_a$  = temperatura do ar (°C);

$T_g$  = temperatura do globo negro (°C);

$V_v$  = velocidade do vento (m/s).

Para a disponibilidade de forragem (Tabela 1) foi efetuada avaliação antes da entrada dos animais pela metodologia de dupla amostragem proposta por Wilm et al. (1944) e as análises bromatológicas (MS, PB e FDN) realizadas de acordo com a metodologia descrita por Silva (1999).

A oferta de MS de folha foi 28,33; 13,97 e 45,96% por dia em relação ao peso vivo (260 kg) nos tratamentos SS, SSP8 e SSP18, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (sistemas) e dez repetições, com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + PS_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

$Y_{ijk}$  = observação da n-ésima medida de comportamento efetuada no período i, no ambiente j, no animal k;

$\mu$  = média geral de todas as observações;

$P_i$  = observação no período i,  $i = 1, 2$ ;

$S_j$  = observação no sistema  $j$ ,  $j = 1, 2, 3$ ;

$PS_{ij}$  = efeito da interação do período de observação  $i$  e o sistema  $j$ ;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados de tempo e frequência em pastejo, ruminação e ócio foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

Tabela 1 – Disponibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra detergente neutro (FDN) de folha e colmo; relação folha:colmo (F:C); MS de material morto (MM) e MS de inflorescência (INF), nos diferentes tratamentos.

| Tratamento | Folha         |           |            | Colmo         |           |            | F:C    | MM            | INF           |
|------------|---------------|-----------|------------|---------------|-----------|------------|--------|---------------|---------------|
|            | MS<br>(kg/ha) | PB<br>(%) | FDN<br>(%) | MS<br>(kg/ha) | PB<br>(%) | FDN<br>(%) |        | MS<br>(kg/ha) | MS<br>(kg/ha) |
| SS         | 2210          | 6,74      | 70,84      | 1512          | 3,40      | 74,21      | 1,46:1 | 1628          | -             |
| SSP8       | 1090          | 8,55      | 64,93      | 3160          | 3,31      | 77,40      | 0,34:1 | 1853          | 436           |
| SSP18      | 3585          | 7,05      | 70,74      | 3708          | 1,99      | 78,36      | 0,97:1 | 618           | -             |

SS = sem sombra; SSP8 = em sistema silvipastoril formado com eucalipto em renques com 8 m de altura; SSP18 = em sistema silvipastoril formado com eucalipto em renques com 18 m de altura.

### Resultados e Discussão

Os índices médios de temperatura globo-umidade (ITGU) encontrados neste experimento (Tabela 2) foram superiores aos reportados por Azevedo et al. (2005) em que considerando a frequência respiratória obtiveram valores críticos superiores de 79, 77 e 76 para vacas leiteiras mestiças Holandês-Zebu (1/2, 3/4 e 7/8), respectivamente. Todavia, no presente trabalho utilizou-se novilhas aneladas. As médias da temperatura do ar ( $T_a$ ) observadas (Tabela 2) no P2 nos sistemas SS, SSP8 e SSP18, respectivamente, com 35,9; 34,9 e 33,6°C, encontrando-se acima da temperatura crítica superior (TCS), fora da zona de termoneutralidade, para os bovinos de origem européia (TCS de 25 a 27°C) para todos os sistemas e acima do limite para os indianos (TCS  $\geq$  35°C) (Silva, 2000) no sistema SS, mostrando-se limitante ao bem-estar dos bovinos.

Os valores observados de ITGU e CTR, que consideram em sua composição a temperatura do globo negro ( $T_g$ ), nos sistemas SSP8 e SSP18 apresentaram valores médios e mínimos inferiores ao sistema SS nos períodos um (P1) e dois (P2), demonstrando uma melhor condição ambiental para os animais.

Os bovinos, normalmente, dividem o seu dia em períodos alternados de pastejo (ingestão), ruminação e descanso (ócio), destinando, em média cerca de um terço do dia ou oito horas para cada atividade. O tempo de pastejo é, normalmente, de oito horas, podendo atingir até 16 horas em situações extremas. Esse padrão característico das atividades dos bovinos pode ser alterado por atividades de rotina, como: ordenha, mudança de piquetes, em situação de pastejo rotacionado e, excepcionalmente, por condições extremas de clima, embora seja bastante estável na maioria das situações e todos os animais do grupo ou rebanho procuram seguir o mesmo padrão (Hodgson, 1990).

Tabela 2. Média, mínima (min.) e máxima (máx.) das temperaturas do globo negro (Tg) e do ar (Ta), da umidade relativa do ar (UR), da velocidade do vento (Vv), do índice de temperatura globo-umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR) nos diferentes tratamentos.

| Variáveis               |    | SS    |      |      | SSP8  |      |      | SSP18 |      |      |
|-------------------------|----|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
|                         |    | média | min. | máx. | média | min. | máx. | média | min. | Máx. |
| Tg (°C)                 | P1 | 36,1  | 27,0 | 40,0 | 32,4  | 21,0 | 42,0 | 30,8  | 20,0 | 44,0 |
|                         | P2 | 42,5  | 37,0 | 48,0 | 39,6  | 32,0 | 51,0 | 39,7  | 31,0 | 52,0 |
| Ta (°C)                 | P1 | 30,9  | 25,5 | 35,1 | 29,4  | 25,5 | 33,7 | 28,9  | 21,0 | 34,0 |
|                         | P2 | 35,9  | 33,2 | 37,7 | 34,9  | 32,6 | 37,0 | 33,6  | 29,8 | 36,0 |
| UR (%)                  | P1 | 55,3  | 42,2 | 71,3 | 58,8  | 45,1 | 72,3 | 69,8  | 54,0 | 88,0 |
|                         | P2 | 39,9  | 30,6 | 48,3 | 41,8  | 33,8 | 50,4 | 51,2  | 41,0 | 65,0 |
| Vv (m/s)                | P1 | 2,0   | 0,0  | 7,6  | 1,5   | 0,0  | 5,0  | 0,6   | 0,0  | 1,4  |
|                         | P2 | 1,7   | 0,0  | 6,0  | 1,3   | 0,0  | 4,2  | 0,8   | 0,0  | 2,5  |
| ITGU                    | P1 | 86    | 77   | 91   | 82    | 70   | 92   | 82    | 69   | 96   |
|                         | P2 | 92    | 87   | 97   | 89    | 81   | 102  | 90    | 81   | 102  |
| CTR (W/m <sup>2</sup> ) | P1 | 618   | 470  | 769  | 554   | 424  | 702  | 506   | 359  | 692  |
|                         | P2 | 674   | 531  | 781  | 600   | 444  | 838  | 608   | 485  | 818  |

SS = sem sombra; SSP8 = em sistema silvipastoril formado com eucalipto em renques com 8 m de altura; SSP18 = em sistema silvipastoril formado com eucalipto em renques com 18 m de altura; P1 = período um (7:15 às 13:00 horas); P2 = período dois (13:15 às 19:00 horas).

Verifica-se que em função do horário, o tempo de pastejo (TP) dos animais (Figura 1) mostrou diferença do sistema SS em relação aos dos sistemas SSP8 e SSP18. Os animais dos sistemas SSP8 e SSP18 com melhores condições de ambiente (Tabela 2), pela disponibilidade de sombra, mostraram dois picos mais intensos e duradouros, sendo um pela manhã entre 11 h e 12 horas e outro iniciando entre 13 h e 14 horas com maior tempo próximo às 16 horas, uma hora antes em relação ao sistema SS, declinando após as 17 horas.

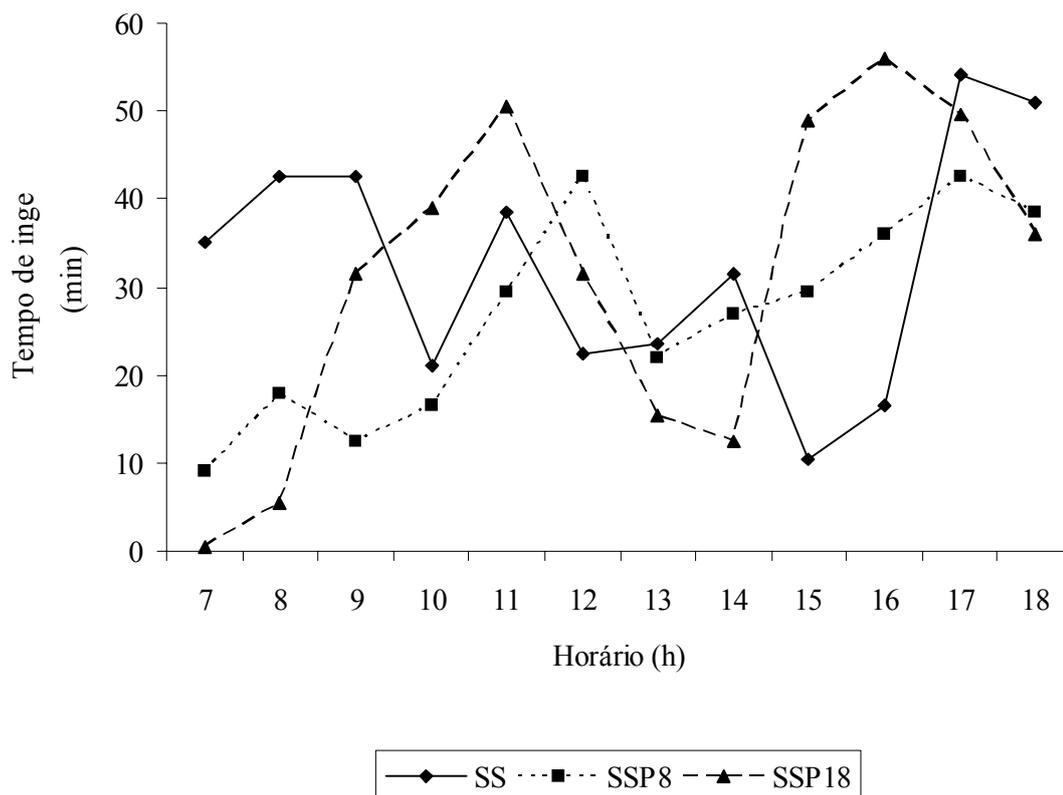


Figura 1 – Variação diária no tempo de pastejo (TP) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas.

No sistema SS, entre as 15 h e 16 horas, horários de maior desconforto térmico, os animais apresentaram o menor TP, ocorrendo quatro picos de pastejo, sendo dois com maior intensidade das 7 h às 9 horas e às 17 horas realizados em horários de maior conforto térmico e dois de menor intensidade às 11 h e 14 horas, horários de menor conforto térmico. Concordando com os resultados obtidos por Zanine et al. (2006) em que trabalhando com bezerras, novilhas e vacas, pastejando em *Brachiaria decumbens* sem sombra, também encontraram uma distribuição semelhante ao sistema SS para a variação diária do TP dos animais, sendo mais intenso pela manhã, reduzindo a partir das 13 horas com um pico a partir das 16 horas, corroborado por Van Soest (1994) que afirma que os ruminantes apresentam como padrão, pastejar durante o dia, ingerindo rapidamente o alimento e ruminando mais tarde, sendo que os bovinos geralmente pastejam mais intensamente no início da manhã e ao entardecer. Este padrão pode ser alterado pela quantidade de horas do dia e pela época do ano.

No intervalo das 7 h às 10 horas os animais dos sistemas SS e SSP8 mantiveram as atividades de ruminação (Figura 2) num mesmo nível, comparado com os animais do SSP18 que diminuiriam rapidamente, provavelmente em função dos animais do SSP8

necessitarem de maior tempo de ruminação (TRU) pela estrutura da forragem ingerida (Tabela 1). Os animais do sistema SS apresentaram três picos de ruminação às 10 h, 12 h e 15 horas, enquanto os animais dos sistemas SSP8 apresentaram dois picos, um das 7 h às 9 horas declinando lentamente até às 12 horas, e outro pico às 13 horas declinando até às 17 horas.

No sistema SSP18 os animais apresentaram dois picos, às 7 h e às 13 horas. Em ambos os sistemas com árvores os animais demonstraram um comportamento mais uniforme e de tranquilidade, proporcionado pelas melhores condições ambientais.

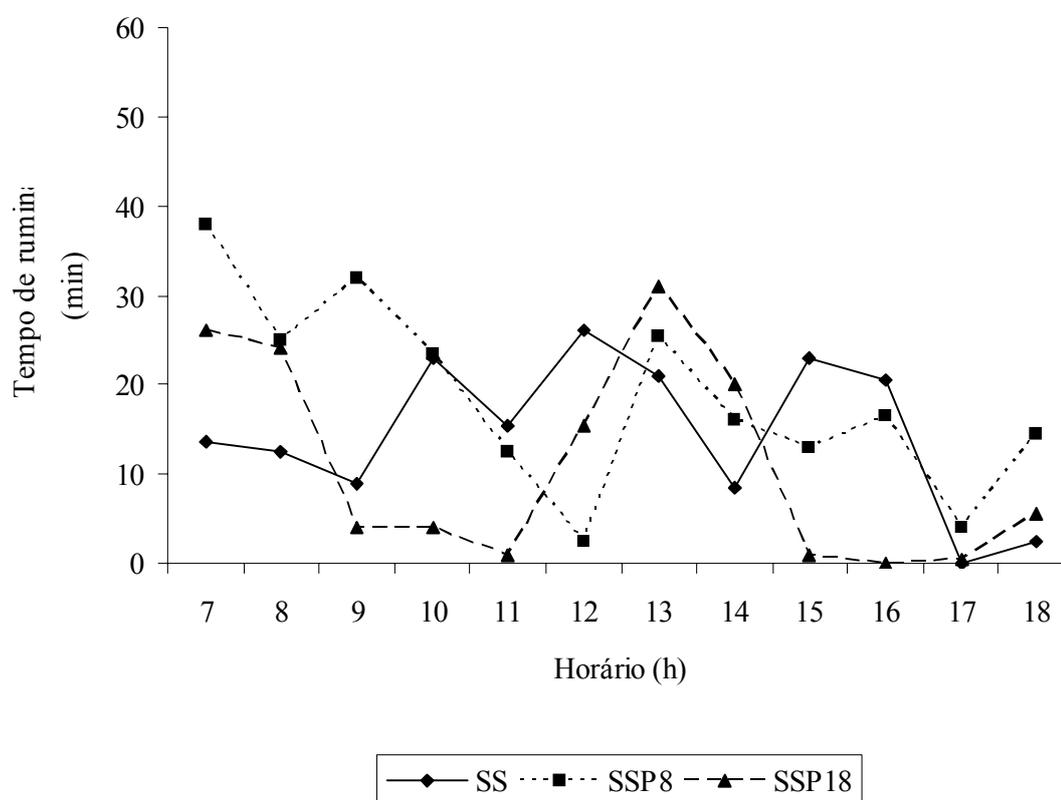


Figura 2 – Variação diária no tempo de ruminação (TRU) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas.

A permanência dos animais em ócio (Figura 3) apresentou diferenças entre o comportamento dos animais do sistema SS em relação aos do sistema SSP8 e SSP18, em que os animais do SS mostraram um pico de ócio às 10 horas, mas de maneira geral foi menor que nos sistemas com sombra.

Próximo às 15 horas, horário de maiores valores para ITGU, todos os sistemas apresentaram picos, demonstrando que os animais estavam tentando diminuir a produção de calor metabólico, pela diminuição do tempo em pastejo e ruminação.

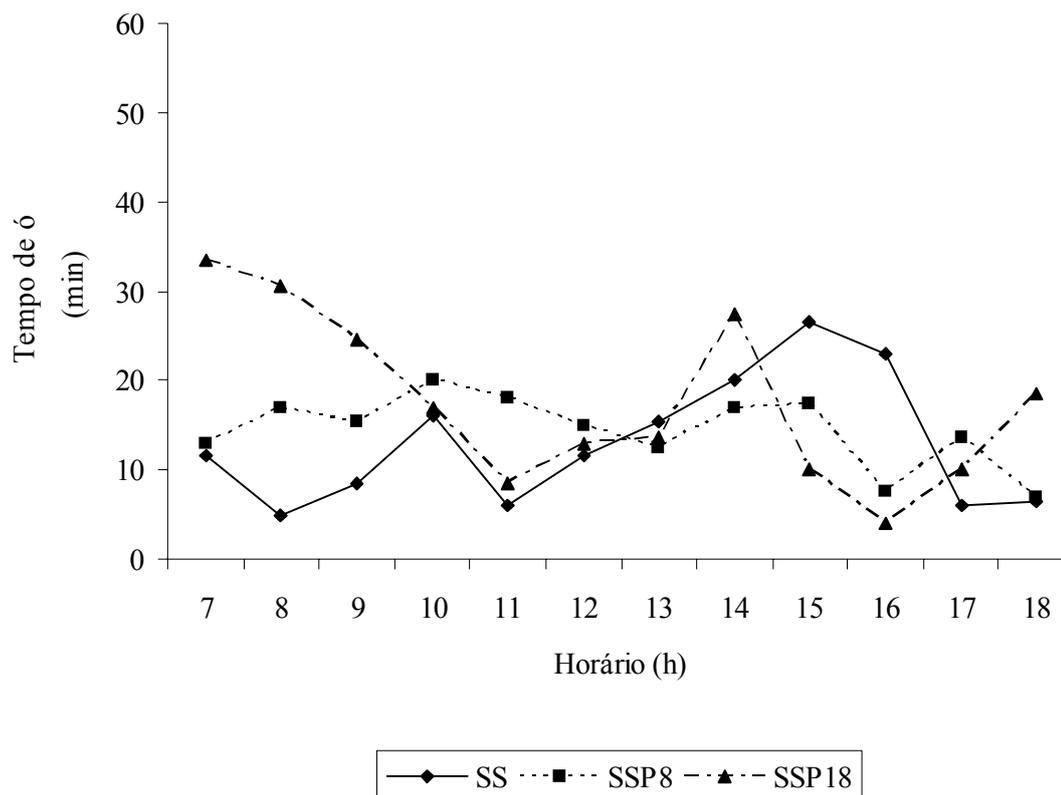


Figura 3 – Variação diária no tempo de ócio (TOC) dos animais em função do horário nos diferentes sistemas.

As distribuições dos comportamentos durante as horas do dia obtidas deste trabalho estão de acordo com Viegas et al. (2002) em que trabalhando com vacas em pastagens de milheto com sombra e sem sombra, verificaram que a ausência de sombreamento diminuiu o TP nos horários mais quentes do dia sendo mais intenso nas horas mais amenas do dia, pela manhã e no final da tarde. Já a ruminação e o ócio predominam no período noturno, independente do sombreamento. Semelhante com o encontrado por Sarmento (2003) que trabalhando com bovinos das raças Nelore e Cachim, em pastagem de *B.brizantha* (cv Marandu) em diferentes alturas, concluiu que o tempo gasto pelos animais em atividades de pastejo, ruminação e ócio, independente do tratamento, foi distribuído de forma semelhante ao longo das 24 horas, sendo observados dois períodos definidos de pastejo durante o dia e um à noite. Por outro lado, Hodgson (1990) afirma que animais em pastejo apresentam três a cinco picos de pastejo no decorrer do dia, sendo os maiores ocorrendo no início da manhã e no final da tarde.

As condições ambientais no P2 foram mais agressivas aos animais (Tabela 2) que no P1, por um processo de reirradiação, pois a energia térmica procedente do sol e que é

absorvida pelo ambiente, aquece-o, resultando na emissão, pelo ambiente, de radiação infravermelha de ondas longas, provocando aumento na temperatura ambiente (Silva, 2000).

Analisando o TP dos animais (Tabela 3) com e sem acesso a sombra nos períodos da manhã (P1) e a tarde (P2), observa-se que os animais do tratamento SS não apresentaram diferença ( $p>0,05$ ) no TP entre os períodos P1 (202 min.) e P2 (187 min.). Todavia, a FP foi maior ( $p<0,05$ ) no P1 (3,9) que no P2 (3,17), acompanhando o valor numérico maior de TP.

Por outro lado, quando se observa os animais dos sistemas com acesso à sombra (SSP8 e SSP18), o TP no P2 (195,5 e 219 min., respectivamente) foi sempre maior ( $p<0,05$ ) que o TP no P1 (128 e 158,5 min., respectivamente) independente da altura das árvores, o que possivelmente tenha ocorrido pelos animais estarem em melhores condições ambientais em ambiente arborizado, uma vez que a presença de árvores diminui a agressão dos elementos climáticos sobre os animais (Silva, 2000). Da mesma forma, a FP do tratamento SSP8 foi maior ( $p<0,05$ ) no P2 (4,47) que no P1 (3,7), acompanhando os valores de TP. No entanto, o FP do tratamento SSP18 foi semelhante ( $p>0,05$ ) entre os dois períodos P1 (2,83) e P2 (2,97), o que pode mostrar que os animais usaram mais tempo por refeições no período da tarde.

Quando se avalia os tratamentos, o TP (Tabela 3) dos animais no P1 para os sistemas SS, SSP8 e SSP18 foram diferentes ( $p<0,05$ ) entre si, sendo o sistema SS superior com 202,00 min. seguidos pelo SSP18 com 158,50 min. e SSP8 com 128,00 minutos. Já no P2 o TP dos animais do sistema SS com 187,5 min. foram semelhantes ( $p>0,05$ ) aos do SSP8 com 195,5 min. e ambos menores que os do SSP18 com 219 minutos.

O maior TP dos animais do sistema SS no P1 em relação aos demais sistemas com sombra (SSP8 e SSP18) pode ter sido influenciado pela memória dos animais em relação às condições ambientais desfavoráveis que os mesmos encontrariam no P2, buscando, portanto pastejar por mais tempo quando as condições ambientais fossem favoráveis a eles. Paranhos da Costa (2000) afirma que os bovinos têm uma forma de aprendizado, o condicionamento (ou aprendizado associativo), pelos quais os animais estabelecem ligações entre determinadas situações (envolvendo lugares, pessoas, etc.) e sensações. Se as sensações forem negativas os bovinos procuram evitar as situações associadas a elas. Confirmada por Hötzel et al. (2005) que verificaram que vacas

discriminam tratadores aversivos de neutros, condição que permanece por até 180 dias, mesmo quando não há reforço durante mais de cinco meses. De igual maneira pode ter influenciado o maior TP no P2, em que os animais com acesso à sombra conheciam as condições favoráveis de ambiente que encontrariam à tarde.

No entanto o menor TP observado no sistema SSP8 no P1 pode ter ocorrido devido a forragem, que mostrou (Tabela 1) uma relação folha/colmo de 0,34:1, muito inferior ao SS e SSP18, respectivamente, de 1,46 e 0,96:1 e até mesmo pela espécie forrageira neste tratamento. Além da baixa relação folha:colmo, esta diferença de estrutura do dossel pode ter ocasionado o menor TP no SSP8 pela dificuldade de colheita da forragem. Outro fator que pode ter contribuído foi a maturação da forragem (presença de inflorescência) o que pode resultar em menor taxa de passagem ruminal e, por último, acamamento da forragem. O consumo em pastejo pelos bovinos está relacionado com a oferta crescente de forragem, sendo representada por uma função curvilínea, denominada resposta funcional (Carvalho, 1997) citado por Carvalho (2005). Na fase ascendente da curva, os fatores que assumiriam o controle seriam os não nutricionais, relacionados à habilidade do animal em colher o pasto. Na fase assintótica da curva de resposta, os fatores nutricionais assumiriam o controle do consumo. Como conseqüência, a estrutura do pasto afetaria a fase ascendente propriamente dita. Já no P2 a observação no período da tarde, em que os animais no sistema SSP8 mesmo com condições de estrutura do dossel inferior (Tabela 1), apresentou TP semelhante ao SS, e ambos menores que o SSP18 ( $p < 0,05$ ), relacionando-se com as melhores condições ambientais no SSP8, pois, nos sistemas SS e SSP18, com pastagens de características semelhantes de estrutura, os animais do SS não aumentaram o tempo no P2, diferente do que ocorreu com os animais do SSP8 e SSP18 que tiveram um maior TP no P2 ( $p < 0,05$ ).

Os animais do SS no P2 por estarem em um ambiente sem a proteção da sombra dos renques, expostos a pior condição ambiental buscaram melhorar o equilíbrio na homeostase, diminuindo o TP, amenizando a carga de calor térmica. Confirmado por Marques et al. (2005) que observaram que em temperatura elevada, acima da zona de conforto, ocorre redução no consumo de alimento, principalmente para aqueles com altos teores de fibra, em que aos animais procuraram ajustar sua fisiologia e comportamento para mostrar respostas adequadas às diversas características e condições do ambiente adverso em que está sendo criado. Corroborado por Van Soest (1994) que afirma que o modelo de ingestão para ruminante melhor ajustado, considera que os

fatores ambientais afetam a ingestão de alimentos (por exemplo, o estresse por calor reduz a ingestão, e o frio pode aumentá-la) e os integra no sistema que igualmente considera o estado fisiológico do animal (se em aleitamento, crescendo ou sob estresses ambientais) e a qualidade do alimento.

As FP foram variáveis entre os tratamentos pelas diferenças de estrutura das pastagens e ambiente, sendo observado que os animais com acesso à sombra optaram por se alimentar mais tempo ao sol, em que no SSP8 foi de 36,32 e no SSP18 foi de 26,62%.

Tabela 3 -Tempo (minutos) e freqüências de pastejo nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de pastejo à sombra.

| Variáveis                  |       | SS                   | SSP8                 | SSP18                | Média  | C.V.  |
|----------------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|-------|
| Tempo de Pastejo – TP      | P1    | 202,00 <sup>aA</sup> | 128,00 <sup>cB</sup> | 158,50 <sup>bB</sup> | 162,83 | 19,29 |
|                            | P2    | 187,00 <sup>bA</sup> | 195,50 <sup>bA</sup> | 219,00 <sup>aA</sup> | 200,50 |       |
|                            | Média | 194,50               | 161,75               | 188,75               |        |       |
| Freqüência de pastejo – FP | P1    | 3,90 <sup>aA</sup>   | 3,70 <sup>aB</sup>   | 2,83 <sup>bA</sup>   | 3,48   | 31,02 |
|                            | P2    | 3,17 <sup>bB</sup>   | 4,47 <sup>aA</sup>   | 2,97 <sup>bA</sup>   | 3,53   |       |
|                            | Média | 3,53                 | 4,08                 | 2,90                 |        |       |
| Pastejo à sombra (%)       |       | 0                    | 36,32                | 26,62                |        | -     |

SS = sem sombra; SSP8 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 8 m de altura; SSP18 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 18 m de altura.

P1 = período da manhã (7:15 h às 13:00h); P2 = período da tarde (13:15 h às 19:00h).

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas, e maiúsculas nas colunas, diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

C.V. = coeficiente de variação (%).

O TP total médio (363,33 min.) foi próximo ao encontrado por Souza et al. (2007) que, avaliando novilhas em pastejo de *Brachiaria decumbens* (4066 kg/ha MS verde) das 7 h às 17 horas, encontraram 324,60 min. Todavia, superior ao observado por Marques et al. (2003) que avaliaram comportamento ingestivo de novilhos mestiços por 24 horas, em pastagem de *Panicum maximum* cv IPR86 Milênio no noroeste do Paraná durante o verão, encontrando em média 66,75% do TP no período das 6 h às 18 horas, com TP de 310,52 minutos. Mendes Neto et al. (2007) também verificaram que a ingestão dos alimentos foi maior durante o dia (75,68% da atividade de alimentação ocorreram entre as 6 h e às 18h).

De acordo com Hodgson (1990) o tempo gasto com ruminação varia entre 6 e 8 horas por dia. No entanto, Van Soest (1994) afirma que a atividade de ruminação em bovinos ocupa um tempo máximo de 10 a 11 horas por dia. Todavia, esta atividade é influenciada pela natureza da dieta, aumentando o tempo de ruminação para pastagens de baixa qualidade, com alto teor de parede celular.

Analisando o tempo de ruminação (TRU) dos animais com e sem acesso a sombra nos períodos da manhã e a tarde, observa-se que os animais, em todos os sistemas (SS, SSP8 e SSP18) foram maiores ( $p < 0,05$ ) no período da manhã. Fato esse, acompanhado pela FP média dos tratamentos, em que no P1 foi 3,19 e no P2 foi 2,71 ( $p < 0,05$ ). Estando de acordo com a afirmação de Van Soest (1994) de que o TRU é altamente variável, podendo iniciar-se minutos após a ingestão de alimento em períodos de minutos até duas horas. Desta forma a ruminação ocorreria após a grande refeição da manhã que começa no início da madrugada e se estende até as nove horas da manhã. Valores semelhantes a este trabalho foram encontrados por Marques et al. (2003) que observaram valores médios para os tratamentos no período da manhã com 108,72 min. e à tarde com 69,58 minutos.

Dos animais, com acesso à sombra, aqueles do tratamento SSP18 procuraram ruminar mais à sombra (66,28%), ao passo que, os do tratamento SSP8 ruminaram metade (49,77%) do seu tempo à sombra e metade ao sol.

Quando se avalia os tratamentos quanto ao TRU dos animais, no período P1 (Tabela 4) foi diferente entre os sistemas ( $p < 0,05$ ), em que nos do sistema SSP8 foi superior, com 133,5 min., ao encontrado nos do sistema SS, com 99,5 min., e este superior aos do sistema SSP18, com 74,5 minutos. O maior valor de TRU no P1 para os animais do sistema SSP8 pode ter ocorrido pelos mesmos fatores que proporcionaram um menor TP para os do sistema SSP8, ou seja, estrutura do dossel, relação folha:colmo e grau de maturidade ou inflorescência do material (Tabela 1).

Quando se avalia a resposta do TRU dos animais no P2, os do sistema SS (75,50 min.) e SSP8 (89,50 min.) mostraram respostas iguais entre si, porém superiores ( $p < 0,05$ ) aos do SSP18 (57,50 min.). Sendo os comportamentos excludentes entre si, os animais do sistema SS possivelmente ao pastejarem por mais tempo no P1 em relação aos do SSP18, apresentaram um maior tempo de ruminação no P2 e também pelas condições ambientais desfavoráveis para o pastejo no P2. Já os animais do sistema SSP8, apresentaram TRU semelhante ( $p < 0,05$ ) ao do SS, e superior aos do SSP18 pelas condições de estrutura do dossel e as melhores condições ambientais que permitiram um maior tempo de TP no P2 comparado com os do sistema SS.

Tabela 4 - Tempo (minutos) e freqüências de ruminação nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de ruminação à sombra.

| Variáveis                     |       | SS                  | SSP8                 | SSP18               | Média             | C.V.  |
|-------------------------------|-------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------|
| Ruminação – TRU               | P1    | 99,50 <sup>bA</sup> | 133,50 <sup>aA</sup> | 74,50 <sup>cA</sup> | 102,50            | 31,71 |
|                               | P2    | 75,50 <sup>aB</sup> | 89,50 <sup>aB</sup>  | 57,50 <sup>bB</sup> | 74,17             |       |
|                               | Média | 87,50               | 111,50               | 66,00               |                   |       |
| Freqüência de ruminação - FRU | P1    | 3,23                | 3,70                 | 2,63                | 3,19 <sup>A</sup> | 30,23 |
|                               | P2    | 2,87                | 3,47                 | 1,80                | 2,71 <sup>B</sup> |       |
|                               | Média | 3,05 <sup>b</sup>   | 3,58 <sup>a</sup>    | 2,22 <sup>c</sup>   |                   |       |
| Ruminação à sombra (%)        |       | 0                   | 49,77                | 66,28               |                   | -     |

SS = sem sombra; SSP8 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 8 m de altura; SSP18 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 18 m de altura.

P1 = período da manhã (7:15 h às 13:00h); P2 = período da tarde (13:15 h às 19:00h).

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas, e maiúsculas nas colunas, diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

C.V. = coeficiente de variação (%).

O TRU total médio de 176,67 minutos (P1= 102,50 e P2=74,17 min.) dos animais foi superior ao encontrado por Souza et al. (2007) que ao avaliar novilhas em pastejo de *Brachiaria decumbens* (4066 kg/ha MS verde) das 7:00 h às 17:00 h, encontraram 53,82 min., também acima do encontrado por Zanine et al. (2006) de 136,80 min. no período diurno para novilhas leiteiras em pastagens de *Brachiaria decumbens*, com disponibilidade de 3,05 ton MS/ha e relação folha:colmo de 0,35, porém semelhante aos encontrados por Marques et al. (2003) que foi de 178,30 min. e concordantes com os obtidos por Pereira (1998) que trabalhando com animais da raça Limousin mantidos em locais não sombreados, apresentaram uma diminuição no tempo de ruminação nos horários mais quentes do dia.

Quando se avalia os tratamentos (Tabela 4) a FRU dos animais foi diferente entre os sistemas ( $p < 0,05$ ), sendo maior nos do sistema SSP8 (3,58) seguido pelos dos sistemas SS (3,05) e SSP18 (2,22). Os animais do SSP8 apresentaram uma maior FRU em função da estrutura do dossel (Tabela 1), ocorrendo mais rapidamente o enchimento do rúmen com material mais grosseiro, necessitando portando diminuir o tamanho das partículas para aumentar a taxa de passagem ruminal. O tamanho das partículas e a concentração de parede celular têm efeito proporcional na estimulação da ruminação,

que é feita através de meios táteis ou pela pressão de material grosseiro, captada por sensores presentes na parede do rúmen (Van Soest, 1994).

Segundo Paranhos da Costa et al. (1983), o comportamento de ócio é considerado como sendo o período em que os animais não estão comendo, ruminando ou ingerindo água.

Analisando o tempo de ócio (TOC) dos animais (Tabela 5) com e sem acesso a sombra nos períodos da manhã e a tarde, observa-se que os animais do tratamento SS apresentaram maior TOC à tarde ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, quando se observa os tratamentos com acesso à sombra (SSP8 e SSP18) o TOC foi sempre superior ( $p < 0,05$ ) pela manhã, independente da altura das árvores. Da mesma forma, as frequências de ócio (FOC) acompanharam ( $p < 0,05$ ) os valores de TOC, independente do tratamento.

Quando se avalia os tratamentos os TOC (Tabela 5) dos animais no P1 foram diferentes entre si ( $p < 0,05$ ), em que, para o sistema SSP18 foi de 127 min., maior ( $p < 0,05$ ) que no sistema SSP8 com 98,50 min. e este maior que no sistema SS com 58,50 minutos. Os TOC observados no P2 foram diferentes ( $p < 0,05$ ) entre os dos sistemas SS com 97,50 min. e SSP8 com 75,00 min. que não diferiram ( $p > 0,05$ ) de SSP18 com 83,50 minutos. Estes valores, relativamente baixos devem-se ao maior tempo utilizado nas atividades de alimentação e ruminação, pois as três atividades (pastejo, ruminação e ócio) são complementares e excludentes, ou seja, quando se está realizando uma não pode ser realizada as demais, concomitantemente.

Tabela 5 - Tempo (minutos) e frequências de ócio nos diferentes tratamentos de acordo com os períodos de observação; porcentagens de ócio à sombra.

| Variáveis                |       | SS                  | SSP8                | SSP18                | Média | C.V.  |
|--------------------------|-------|---------------------|---------------------|----------------------|-------|-------|
| Tempo de Ócio – TOC      | P1    | 58,50 <sup>cB</sup> | 98,50 <sup>bA</sup> | 127,00 <sup>aA</sup> | 94,67 | 40,28 |
|                          | P2    | 97,50 <sup>aA</sup> | 75,00 <sup>bB</sup> | 83,50 <sup>abB</sup> | 85,33 |       |
|                          | Média | 78,00               | 86,75               | 105,25               |       |       |
| Frequência de ócio – FOC | P1    | 3,10 <sup>bB</sup>  | 4,47 <sup>aA</sup>  | 4,27 <sup>aA</sup>   | 3,94  | 35,50 |
|                          | P2    | 3,80 <sup>aA</sup>  | 3,73 <sup>aB</sup>  | 3,07 <sup>aB</sup>   | 3,53  |       |
|                          | Média | 3,45                | 4,10                | 3,67                 |       |       |
| Ócio à sombra (%)        |       | 0                   | 44,38               | 56,53                |       | -     |

SS = sem sombra; SSP8 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 8 m de altura; SSP18 = sistema silvipastoril com eucalipto em renques com 18 m de altura.

P1 = período da manhã (7:15 h às 13:00h); P2 = período da tarde (13:15 h às 19:00h).

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas, e maiúsculas nas colunas, diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

C.V. = coeficiente de variação (%).

Os valores de TOC total médios de 180 min. ( $P1 = 94,67$  e  $P2 = 85,33$ ) foram inferiores ao encontrado por Souza et al. (2007) que avaliando esta atividade com novilhas em pastejo de *Brachiaria decumbens* (4066 kg/ha MS verde) das 7 h às 17 horas, encontraram 221,58 minutos.

Nos sistemas SSP8 e SSP18 ao avaliar a distribuição do tempo de permanência dos animais na sombra para os diferentes comportamentos (TP, TRU e TOC) em função do horário (Figura 4), observou-se que próximo às 14 horas ocorreu uma maior permanência, sendo proporcional ao índice de temperatura do globo-umidade (ITGU).

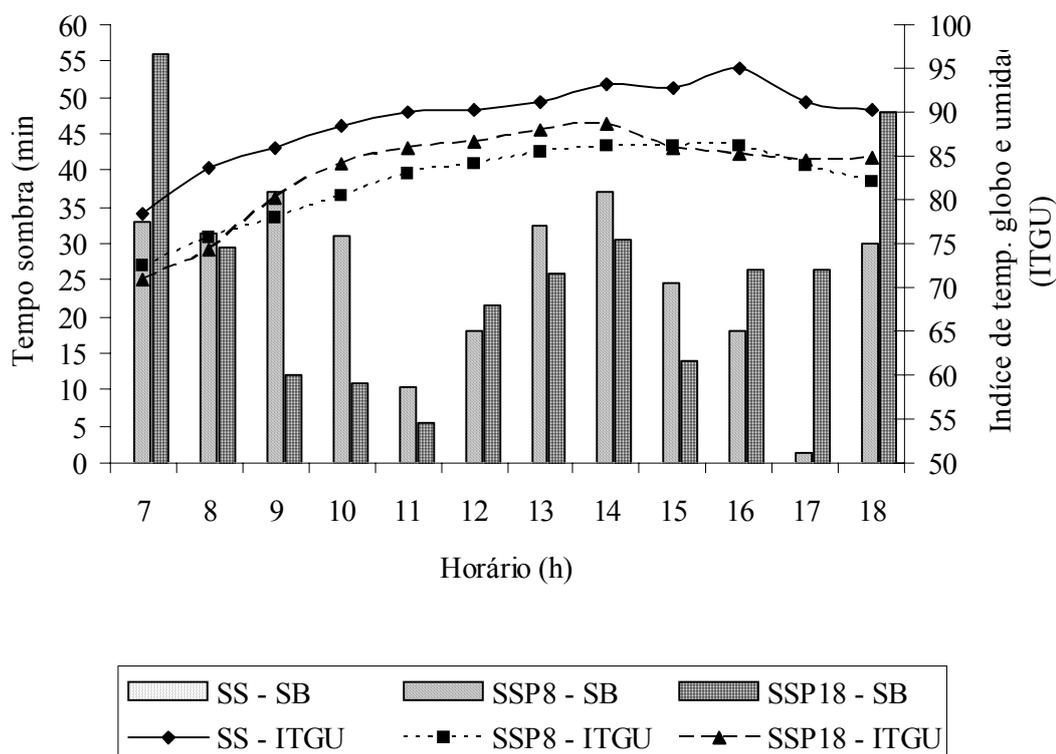


Figura 4 - Variação diária no tempo dos comportamentos realizados à sombra (TSB) e do índice de temperatura do globo-umidade (ITGU) em função do horário nos diferentes sistemas.

Nestes sistemas até em torno das 8 horas e após às 17 horas ocorria sombra em toda área pela inclinação do sol, justificando os picos no início na manhã e final da tarde de procura pela sombra. No período da manhã para as atividades de ruminação e ócio os animais despenderam um maior tempo comparado com o período da tarde, preferindo realizá-las à sombra, mesmo com um menor ITGU, diminuindo suas atividades na sombra gradativamente até às 11 horas. Independente do período, os animais alternavam sua posição, ora à sombra dos renques, ora ao sol, buscando controlar a homeostase, numa tentativa de diminuir o estresse térmico causado pela incidência da radiação solar direta sobre si, demonstrando uma condição de bem-estar animal.

Os animais dos sistemas SSP8 e SSP18 realizaram, respectivamente, as atividades de pastejo, ruminação e ócio sob a sombra dos renques em média 43,49 e 49,81% do tempo total dos períodos, valor abaixo do que observaram Leme et al. (2005) que trabalharam com vacas leiteiras mestiças zebu pastejando em sistema silvipastoril no verão (6 h às 18 horas) essas realizaram 68,6% do tempo das suas atividades à sombra, todavia os animais eram de raça e categoria mais susceptíveis ao estresse ambiental que os animais deste experimento.

### Conclusões

A presença de árvores alterou entre o período da manhã e o período da tarde o tempo e a frequência de pastejo e ócio dos animais, porém, não alterou nos períodos o tempo e a frequência de ruminação.

As melhores condições ambientais nos sistemas silvipastoris pela disponibilidade de sombra proporcionaram um maior conforto térmico, alterando o comportamento de bovinos.

O aumento no tempo de pastejo dos bovinos no período da tarde pela presença de sombra justifica a realização de outros trabalhos sobre o desempenho dos bovinos nestes sistemas.

### Literatura Citada

- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Trans ASAE (Am.Soc.Agric.Eng.)**, p. 711-714, 1981.
- CARVALHO, P.C.F., A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: Jobim, C.C., Santos, G.T., Cecato, U. (Eds). Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, 1., **Anais...Maringá-PR**, 1997, p. 25-52, 1997.
- CARVALHO, P.C.F.; GENRO, T.C.M.; GONÇALVES, E.N. et al. A estrutura do pasto como conceito de manejo: Reflexos sobre o consumo e a produtividade. In: II Simpósio de Volumosos na Produção de Ruminantes, **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2005, p.107-124., 2005.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et. al Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W.R.S. (org.). A produção animal na visão dos brasileiros. Reunião Anual da SBZ, **Anais...** Piracicaba, 2001, p.853-871. 2001.
- DETZEL, V.A. Arborização Urbana: importância e avaliação econômica. **In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA**, 1, 1992. Vitória, **Anais...** Vitória: 1992. 0.39-52.

- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port:Avi Publishing, 325p. 1979.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45<sup>a</sup> Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. **Anais...** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258, 2000.
- HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. **In: Stress physiology in livestock** (M.K.Yosef, ed) vol. II. Boca Raton: CRC Press, 1985.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- HÖTZEL, M.J.; MACHADO FILHO, L.C.P.; YUNES, M.C. et al. Influência de um Ordenhador Aversivo sobre a Produção Leiteira de Vacas da Raça Holandesa, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1278-1284, 2005.
- HUGHES, G.P.; REID, D. Studies on the behavior of cattle and sheep in relation to utilization of grass, **Journal Agricultural Science**, v.41, p.350-366, 1951.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 49 p. Ilust. (IAPAR, Documento, 18), 1994.
- LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S. et al. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril, **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun., 2005.
- MARQUES, J.A.; CALDAS, S.F.; GROFF, A.M. et al. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão, **Campo Digital**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.54-59, jul./dez., 2006.
- MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Comportamento ingestivo de bovinos em pastagens de *Panicum maximum* cv IPR86 Milenio, sob diferentes doses de adubação. In: 40<sup>a</sup> Reunião da Soc. Bras. de Zootecnia, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, anais CD, 2003.
- MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo, **Archivos Latino Am. Prod. Anim.**, v.13(3), p.97-102, 2005.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour : na introductory guide** / by Paul Martin & Patrick Batenson. – 2nd ed. 1993, Reprinted 1994, Cambridge University Press, 1994.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS J.M.S.; VALADARES, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, **18**: 26-42, 2000.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Comportamento dos animais de fazenda: Reflexos na produtividade. In: ANAIS DE ETOLOGIA, 5, Florianópolis. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1987.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; COSTA E SILVA, E.V. Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. In: XVII Congresso Brasileiro de Reprodução

- Animal, 31 de maio a 2 de junho de 2007, Curitiba/PR **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.172-176, abr./jun. 2007.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; J.C. MESQUITA; JUNQUEIRA FILHO. A.A. Comportamento de vacas Holandesas em pastagem. In: Encontro Paulista de Etologia, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAVJ, p.251, 1983.
- PEREIRA, A.M.F.; ALVES, A.; MIRA, M. et al. Influencia da existência de sombra no comportamento e desempenho produtivo de bezerros da raça Limousin em confinamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 1998.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.785-790, mai-jun, 2004
- SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 76p., Piracicaba, 2003.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 1ª Ed., Rio de Janeiro CNPS, p.370, 1999.
- SILVA, I.J.O.; SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A. Arborização: uma metodologia para avaliação da qualidade de sombras por meio dos índices de conforto térmico, In: II Congresso Brasileiro de Biometeorologia, **Anais...**Goiânia- GO, 1998.
- SILVA, K.O.; SILVA, I.J.O.; GHELFI FILHO, H. et al. Caracterização da sombra de árvores, através de índices de conforto térmico, para a região de Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXIV, **Anais...** Viçosa, Viçosa :SBEA, 1995.
- SILVA, R.G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**, Livraria Nobel, 286p., 2000.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS. ASPECTOS METODOLÓGICOS, In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** (CD-room), João Pessoa – PB, 2006.
- SOUZA, S.R.M.B.O.; ITAVO, L.C.V.; RIMOLI, J. et al. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens, **Archivos de Zootecnia**, vol.56, n.213, p.67-70, 2007.
- SWENSON, M.J. - **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Ed. Guanabara Koogan S. A. Rio de Janeiro. 799p. 1988.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell:Ithaca, 476p., 1994.
- VIEGAS, J.; SCHWENDLER, S.E.; EVERLING, D.M. et al. Atividades diárias desenvolvidas por vacas ra raça holandês em pastagem de milho com e sem sombra, In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** (CD-room) Pernambuco, 2002.
- WEST, J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 2131-2144, 2003a.
- WEST, J.W.; MULLINIX, B.G.; BERNARD, J.K. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. **Journal Dairy Science**, 86:232–242, 2003.

- WILM, H.G.; COSTELLO, O.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method, **J. Amer. Soc. Agron.**, 36(1):194-203., 1944.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N. et al. Comportamento da ingestão em bovinos (ruminantes) em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região Centro-Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 17-24, 2006.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas silvipastoris formados com renques de eucalipto, a partir do segundo ano de implantação, que normalmente coincide com a formação da pastagem, melhora as condições térmicas do ambiente, alterando o comportamento ingestivo dos bovinos de corte, podendo diminuir as perdas na produção pecuária provocadas pelo estresse térmico.

## VI. APENDICE

## FIGURAS DO APENDICE

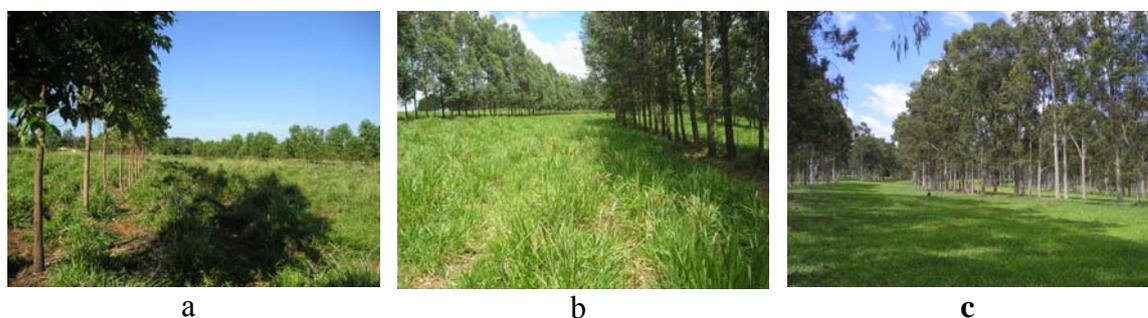


Figura 1 – Sistemas silvipastoris com 8 (a), 18 (b) e 28m (c) de altura.



Figura 2. Estudo prévio do local de colocação do globo negro (a) e coleta das variáveis ambientais com o globo negro e termo-higro-anemômetro (THAL 300<sup>®</sup>) (b).

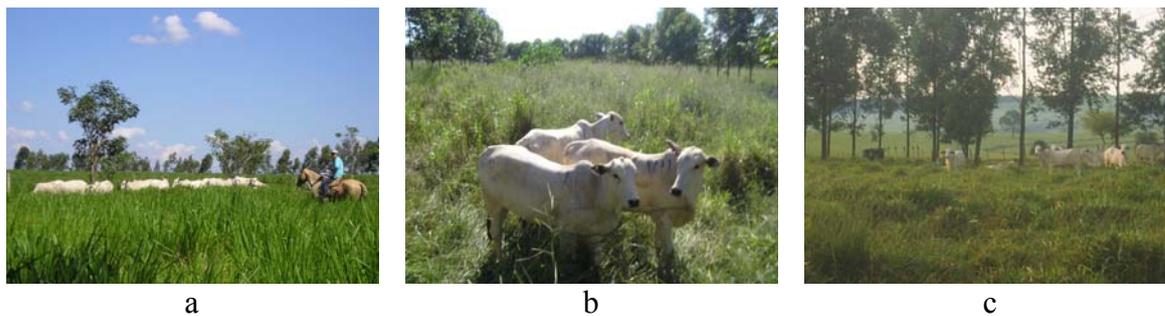


Figura 3. Imagens dos sistemas SS (a), SSP8 (b) e SSP18 (c) com as novilhas aneladas.

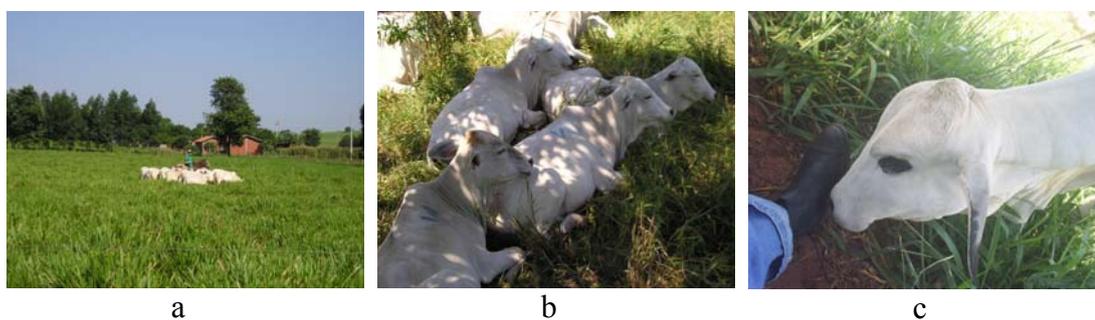


Figura 4. Comportamento das novilhas quanto a área de fuga nos sistemas SS (a), SSP8 (b) e SSP18 (c)

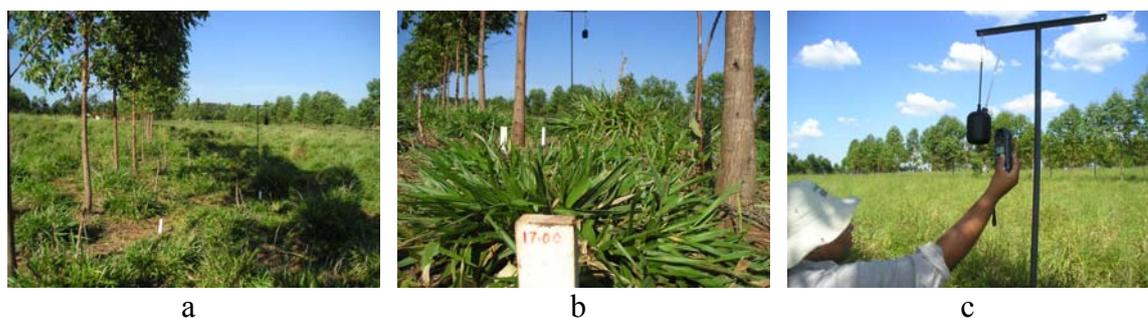


Figura 5. Globo negro no centro geométrico da sombra (a) e estudo prévio da sua posição durante os horários do dia (b). Coleta das variáveis ambientais com o globo negro e termo-higro-anemômetro (THAL 300<sup>®</sup>) (c).