

LUCIANE ELISETTE SALLA

**COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE
NOVILHAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE PASTEJO
ROTACIONADO**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia para
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S168c
2005

Salla, Luciane Elisete, 1969-

Comportamento e características adaptativas de
novilhas leiteiras em sistemas de pastejo rotacionado
/ Luciane Elisete Salla. – Viçosa : UFV, 2005.
xiv, 85f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Antonio Bento Mancio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 62-75.

1. Bovino de leite - Alimentação e rações. 2. Bovino
de leite - Comportamento. 3. Bovino de leite - Fisiologia.
4. Bovino de Leite - Desempenho. 5. Pastejo rotativo.
6. Pastagens. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.2085

LUCIANE ELISETE SALLA

**COMPORTAMENTO E CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE
NOVILHAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE PASTEJO
ROTACIONADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 8 de dezembro de 2005.

Prof. Augusto César de Queiroz

Prof^ª Maria Ignez Leão
(Conselheiro)

Prof^ª Débora A. E. Façanha Moraes

Prof^ª Vivian Fischer

Prof. Antonio Bento Mancio
(Orientador)

*Existe uma coisa, um ser, acima de nós, superior em tudo.
E me desculpem os cristãos, não é Deus. Somos nós mesmos.
Encontrados em si, pela grandeza da consciência de nossos direitos e de nossa beleza
interior.*

José Saramago

A você leitor, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização deste curso;

À EMBRAPA Gado de Leite pelo aporte físico e financeiro à condução deste trabalho.

A toda minha família, em especial, à minha mãe, Edina Pettini Salla, ao meu pai Lino Salla e aos meus irmãos, Paulo e Tânia. Obrigada pelo apoio.

À parte de minha família mais próxima no Rio de Janeiro, em especial, à Fátima, à Amábile e ao Naldo, pela presença e pelo carinho.

Aos meus colegas de curso, Dorismar, Márcia, Amélia, Carlinha, Eduardo Eifert e André *in memoriam*, em especial, ao Gelson Difante, que me homenageou em sua tese dizendo ser nossa amizade incontestável. Eu lhe retribuo afirmando ser para mim “transcendental”. Segundo Milton Nascimento, “Amigo é coisa pra se guardar do lado esquerdo do peito”.

Ao professor Dr. Antonio Bento Mâncio, pela amizade e pela orientação.

À pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Dr^a Maria de Fátima Ávila Pires, por toda infra-estrutura prestada e pela oportunidade concedida para realização deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Fernando César López, por toda ajuda prestada, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo. Também aos pesquisadores, Margarida de Carvalho, Maurílio Alvin, Luiz Aroeira, pela oportunidade de realização deste trabalho. Em especial, ao chefe da fazenda experimental, Aloísio Torres de Campos, pelo apoio na infra-estrutura a campo, jamais negada.

À Prof^{ta} Vivian Fischer e Márcia Dias, pelas análises estatísticas e pela amizade.

Ao professor da UFSM, Dr. Clair Jorge Olivo, pelo incentivo e pela amizade desde a graduação em Santa Maria-RS.

A todos os funcionários da Embrapa Gado de Leite, pelo apoio recebido, em especial, ao Sr. Márcio, à Meirinha, ao Placidino, Klinger, Armando, Zé Luiz, Mário, Moreira, Binha, Tonico, Geraldinho e João Bosco.

Aos auxiliares de pesquisa da Embrapa Gado de Leite, João Roberto Souza e Francisco José Nascimento Costa, pelo total empenho e pela colaboração.

Aos estagiários, Leandro Mostaro, Lívia, Lucianne Haddad, Paola, Emiliana, Suzana, Joaquim, Sueli e Allan. Também aos estagiários de Residência Zootécnica da Embrapa Gado de Leite, Danniell Almeida, Daniel França, Silene, Anna Carolina, Rafael, Felipe, Elias, Jorge, Kleber, Diogo, Gilvan e Gisele, Gurizada! Vocês são com certeza “pessoinhas” especiais em meu coração. Tenho plena certeza que sem esta imprescindível colaboração, este trabalho não teria como ter sido executado. Minha gratidão para com vocês é infinita; portanto, não se resume apenas a esta etapa.

Aos meus amigos, Ângela de Vasconcelos, Débora Façanha Moraes e Alfredo Costa Backes, que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho,

A você André, por ser uma pessoa tão especial nesta fase da minha vida.

Aos novos amigos que fiz em Viçosa, Maria José (Santanna e Silva) e Ricardo Santanna e, em Juiz de Fora, Janaina Januário, Emerson do Valle e Heitor, embora sendo poucos, o que é mais importante, são essenciais.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia da UFV, pelos ensinamentos e pela exigência de busca do conhecimento.

À Celeste, secretária do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia da UFV, pelo profissionalismo e pelos serviços prestados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

E por fim, aos animais, por existirem e dar-me à oportunidade de realizar esta pesquisa. Qualquer coisa desculpa ai vai! Porque, enquanto na natureza a luta é pela preservação da espécie, o homem luta pela solidão de um primeiro lugar, infelizmente!

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Estresse calórico	4
2.1.1. Efeito do estresse térmico sobre o desempenho animal.....	6
2.1.2. Características do pelame e adaptação dos bovinos leiteiros ao ambiente tropical.....	8
2.2. Alternativas para amenizar o estresse calórico.....	9
2.2.1. Sistema de sombreamento.....	9
2.3. Efeitos da sombra sobre as variáveis fisiológicas	11
2.3.1. Na temperatura retal e frequência respiratória	11
2.3.2. Na produção	12
2.4. Comportamento animal em pastejo.....	14
2.5. Consumo de água	20

	Página
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Local.....	22
3.2. Duração.....	22
3.3. Delineamento experimental.....	22
3.4. Animais e instalações.....	23
3.5. Atributos meteorológicos.....	24
3.6. Atributos fisiológicos.....	25
3.6.1. Temperatura retal.....	25
3.6.2. Taxa de sudção.....	25
3.6.3 Frequência respiratória e temperatura de superfície corporal.....	26
3.7. Atributos morfológicos do pelame.....	26
3.8. Atributos comportamentais de pastejo.....	27
3.9. Avaliação da pastagem disponível.....	27
3.10. Desenvolvimento ponderal.....	27
3.11. Análise estatística.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Atributos meteorológicos.....	30
4.1.1. Temperatura do ar no período da manhã (9 horas).....	30
4.1.2. Carga térmica radiante no período da manhã (9 horas).....	31
4.1.3 Índice de temperatura de globo e umidade no período da manhã (9 horas).....	32
4.1.4. Umidade do ar no período da manhã (9 horas).....	32
4.1.5 Temperatura do ar no período da tarde (15 horas).....	32
4.1.6. Carga térmica radiante no período da tarde (15 horas).....	33
4.1.7. Índice de temperatura de globo e umidade no período da tarde (15 horas).....	34
4.1.8. Umidade do ar no período da tarde (15 horas).....	34
4.2. Atributos fisiológicos.....	34
4.2.1. Temperatura retal.....	36
4.2.2. Taxa de sudção.....	37
4.2.3. Frequência respiratória.....	37
4.2.4. Temperatura de superfície de pele.....	39
4.3. Atributos morfológicos do pelame.....	40
4.3.1. Densidade numérica.....	42
4.3.2. Comprimento dos pêlos.....	42
4.3.3. Espessura da capa externa.....	43

	Página
4.4. Desenvolvimento ponderal.....	44
4.5. Consumo de água	45
4.6. Atributos comportamentais em pastejo	46
5. CONCLUSÕES	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICES	76
APÊNDICE A.....	77

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Normais climatológicas do município de Coronel Pacheco-MG, no período de 1961 a 1990	23
2 Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto térmico, nos sistemas com sombreamento e braquiária, registrados no período da manhã (9 horas)	31
3 Média das variáveis meteorológicas e índice de conforto térmico nos sistemas com sombreamento e braquiária, registrados no período da tarde (15 horas).....	33
4 Médias de temperatura retal, taxa de sudção, frequência respiratória da manhã e da tarde e temperatura de superfície da manhã e da tarde de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária.....	35
5 Médias de densidade numérica, comprimento dos pêlos e espessura da capa do pelame de novilhas leiteiras em sistema com sombreamento e braquiária.....	41
6 Dados de desempenho de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária.....	45
7 Valores médios relativos à quantidade de água consumida em litros (L)/dia, por sistema e por animal de novilhas leiteiras em sistema com sombreamento e braquiária.....	46
8 Valores médios de temperatura da água em sistema com sombreamento e braquiária nas diferentes estações do ano.....	46

	Página
9 Valores de carga térmica radiante ($CTR/W.m^{-2}$) à sombra e ao sol, em sistemas com sombreamento e braquiária, respectivamente	47
10 Tempo médio, em minutos, por novilhas leiteiras na posição em pé e deitado, excluindo o tempo de pastejo, em sistema com sombreamento e braquiária.....	48
11 Tempo médio, em minutos, por novilhas leiteiras nas atividades de pastejo, de ruminação e de ócio, em sistema com sombreamento e braquiária.....	49

APÊNDICE A

1A Valores médios de carga térmica radiante de sombra (CTR_{sb}) e de sol (CTR_{sol}), índice de temperatura de globo e umidade de sombra ($ITGU_{sb}$) e de sol ($ITGU_{sol}$), temperatura ($TEMP$) e umidade do ar (UAR), em funções das estações do ano	77
2A Valores em porcentagem das atividades em pé na sombra e no sol, deitado na sombra e no sol, ruminando/ócio na sombra e no sol, realizadas pelas novilhas leiteiras em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano	79
3A Valores em porcentagem das atividades, pastando na sombra e no sol, ruminando na sombra e no sol e ócio na sombra e no sol, realizadas pelas novilhas leiteiras em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano.....	81
4A Valores em porcentagem de preferência por sombreamento pelas novilhas leiteiras, com diferentes espécies arbóreas, em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano.....	83
5A Resumo da análise de variância, para atributos fisiológicos de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária	
6A Resumo da análise de variância para atributos morfológicos do pelame de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária, em função das estações do ano	85
7A Resumo da análise de variância para tempo em pé e deitado de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária	85
8A Resumo da análise de variância do tempo de pastejo, ruminação e ócio de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária.....	85
9A Quantidade de matéria seca (kg/ha) de forragem de braquiária, nas diferentes estações do ano.....	85

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Temperatura e pressão parcial de vapor (PPV) no sistema com sombreamento, em função das estações do ano	52
2	Carga térmica radiante (CTR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) à sombra e ao sol no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano	53
3	Frequência de tempo à sombra (sombra), ao sol (sol), em diferentes posições (em pé à sombra-Pesob; em pé no sol (Pesol); deitado à sombra-Deitsob; deitado ao sol-Deitsol) e atividades (ruminação e ócio à sombra-Sombraro; ruminação e ócio ao sol-Solro), realizadas por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano	54
4	Frequência de tempo de atividades de pastejo à sombra (Pastsob, Rumsob e Ociosob, respectivamente) e ao sol (Pastsol, Rumsol e Óciosol, respectivamente) realizadas por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano	56
5	Frequência de tempo de permanência à sombra em copa de diferentes espécies arbóreas, por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano	60

RESUMO

SALLA, Luciane Elisete, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2005.
Comportamento e características adaptativas de novilhas leiteiras em sistema de pastejo rotacionado. Orientador: Antonio Bento Mancio. Conselheira: Maria Ignez Leão e Maria de Fátima Ávila Pires.

O ensaio foi conduzido na área experimental da Embrapa Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, utilizando 20 novilhas leiteiras Holandês x Zebu de diferentes grupos genéticos. Objetivou-se comparar o efeito de sistemas de produção com diferentes provisões de sombra sobre o comportamento de pastejo, atributos fisiológicos e morfológicos do pelame, em diferentes estações do ano, em pastagem de braquiária. As informações foram coletadas durante nove meses, abrangendo as quatro estações do ano. Inicialmente, foram medidas em cada novilha, dados de temperatura retal, taxa de sudção, frequência respiratória da manhã e da tarde, temperatura de superfície corporal da manhã e da tarde, espessura de capa do pelame, comprimento médio dos pêlos e densidade numérica do pelame. No que se refere ao comportamento de pastejo, foram determinados os tempos diurnos de pastejo, ruminação e ócio, tempo em pé e deitado no sistema com sombreamento e braquiária, registrados em intervalos intermitentes de 10 minutos. No sistema com sombreamento estimou-se: tempo de pastejo, ruminação e ócio, ruminação e ócio excluindo tempo de pastejo, ao sol e à sombra, tempo em pé e deitado; ao sol e à sombra e preferência por espécie arbórea. O ambiente foi monitorado quanto às temperaturas do ar, umidade do

ar e globo negro de sol e de sombra. Foram também calculados, em cada estação, o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). As análises dos dados foram realizadas usando o programa estatístico SAS versão 8.0. Para o sistema com sombreamento em exclusivo, foi aplicada uma análise descritiva dos dados sendo os atributos comportamentais e meteorológicos representados graficamente empregando o percentual de atividade realizada a cada uma hora, no intervalo de 12 horas diárias, por estação do ano. Houve efeito ($P < 0,05$) do sistema de produção sobre a temperatura de pele e frequência respiratória, com menores valores para o sistema com sombreamento. No entanto, a temperatura retal não diferiu entre os sistemas. As novilhas acionaram em maior grau ($P < 0,05$) a termólise evaporativa cutânea para a estação de outono e verão ($P < 0,05$) no sistema braquiária. Quanto à espessura da capa do pelame e à densidade numérica, essas características mostraram-se semelhantes entre os sistemas; porém, para o comprimento médio dos pêlos houve diferença ($P < 0,05$), observando pêlos mais longos nos animais com acesso ao sombreamento. Entre as estações do ano, foram observadas duas trocas do pelame, com pêlos mais curtos no verão e mais longos no inverno. As novilhas permaneceram maior período de tempo ($P < 0,05$) em pastejo e ruminação à sombra. Este comportamento também se repetiu para o tempo em pé. O tempo em ócio foi maior ($P < 0,05$) no sistema braquiária. Quanto ao sistema com sombreamento todas as atividades observadas foram mais expressivas à sombra, com exceção da estação de primavera, mostrando a necessidade de fornecimento de sombra principalmente nas horas mais quentes do dia. A *Acacia mangium* foi a espécie arbórea mais procurada pelas novilhas quanto à opção por sombreamento.

ABSTRACT

SALLA, Luciane Elisete, D.S., Universidade Federal de Viçosa, December, 2005.
Behavior and adaptive characteristics of dairy heifers under rotational grazing system. Adviser: Antonio Bento Mancio. Committee Member: Maria Ignez Leão e Maria de Fátima Ávila Pires.

This assay was conducted at an experimental area of Embrapa-Dairy Cattle in Coronel Pacheco, Minas Gerais, using 20 Holstein x Zebu dairy heifers of different genetic groups, to compare the effect of production systems with different shade provisions on grazing behavior and physiological and morphological fur attributes in different seasons of the year in *Brachiaria* pasture. Data were collected over 9 months, comprising the four seasons of the year. Initially, data on rectal temperature, diaphoresis rate, morning and afternoon respiratory frequency, morning and afternoon body surface temperature, fur coat thickness, hair average length and fur numeric density were measured in each heifer. With regard to grazing behavior, diurnal grazing, ruminating and idling times, standing up and lying down times were observed under shade and *brachiaria* systems. The observations were recorded at intermittent intervals of 10 minutes. The following was estimated under the shade system: grazing, ruminating and idling times, ruminating and idling time excluding grazing time, in sunlight and shade, standing up and lying down times in sunlight and shade and preference for tree species. The environment was monitored for air temperature, air humidity, and wet bulb globe temperature (WBGT) in shade and sunlight. For each season, the following was also calculated: globe and humidity temperature index (GHTI) and radiant thermal load

(RTL). Data analyses were carried out using the statistical program SAS version 8.0. For the shade system alone, a descriptive analysis of the data was applied, with the behavioral and meteorological attributes being graphically represented using the percentage of the activity carried out every hour, at an interval of 12 daily hours, per season of the year. A production system effect ($P<0.05$) on skin temperature and respiratory frequency was observed, with smaller values for the shade system. However, rectal temperature did not differ between the systems. The heifers actuated cutaneous evaporative thermolysis at a higher degree ($P<0.05$) in the fall and summer ($P<0.05$) under the *brachiaria* system. The traits fur coat thickness and numeric density were shown to be similar between the systems, but there was a difference ($P<0.05$) for hair average length, with longer hair being observed in the animals that had access to shade. During the seasons of the year, two fur changes were observed, with shorter hair in the summer and longer hair in the winter. The heifers remained for a longer period of time ($P<0.05$) grazing and ruminating in shade, with this behavior also repeating for standing up time. Inactivity, or idling time, was longer ($P<0.05$) under the *brachiaria* system. All the activities observed were more expressive in shade, except for springtime, indicating the need of providing shade, especially in the hottest hours of the day. *Acacia mangium* was the tree species most sought for by the heifers as shading option

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo, porém apresenta-se em 106^a posição em relação à produtividade por vaca. Apesar das dificuldades enfrentadas pelo produtor, nas duas últimas décadas a produção de leite tem crescido a taxas significativas e, com os resultados obtidos, espera-se, em breve, que o país possa atender à demanda interna que é de aproximadamente 22 bilhões de litros/ano (GOMES, 2002).

O setor leiteiro brasileiro ainda apresenta problemas de baixa eficiência de produção e de qualidade do produto, o que deverá mudar rapidamente para acompanhar as transformações do mercado mundial. Surge, então, a necessidade de se prover de implementos e de novas tecnologias, integrando aspectos relativos ao manejo, à nutrição, à reprodução, à sanidade e ao bem-estar animal.

A preocupação com o conforto animal é procedente, pois o Brasil possui 93% de seu território situado na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, em virtude da alta radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20 °C, sendo que a máxima apresenta-se acima dos 30 °C por grande parte do ano, atingindo, muitas vezes, valores entre 35 e 38°C (BACCARI JR., 2001).

O estresse térmico resulta em aumento da exigência energética de manutenção e na redução na taxa de crescimento, na produção de leite e no desempenho reprodutivo, podendo causar perdas na produção em animais a campo. Adicionalmente, em regiões temperadas pode levar os animais a sérios problemas devido à baixa adaptação fisiológica nestas condições (BEEDE, 1986).

Estratégias de manejo podem atenuar os efeitos do estresse térmico, como: modificação física do ambiente, com intuito de reduzir a radiação incidente via provisão de sombra, reduzindo a carga calórica recebida pelo animal (BUFFINGTON *et al.*, 1983); desenvolvimento de genética de raças com menor sensibilidade ao calor (FINCH *et al.*, 1984); e manejo alimentar. Muitas respostas fisiológicas de estresse térmico são, na verdade, estratégias para manter normal a temperatura corporal, reduzindo o consumo de matéria seca e o calor gerado durante a fermentação ruminal e o metabolismo corporal, ajudando com isso a manter o balanço calórico. Concomitantemente, ocorre a elevação da frequência respiratória e o consumo de água, resultado este do aumento da temperatura ambiente.

As condições climáticas afetam o desempenho de animais leiteiros, principalmente em regiões tropicais e temperadas, razão pela qual o conhecimento das relações funcionais entre o animal e o meio ambiente, permitindo adotar procedimentos que elevam a eficiência da exploração leiteira (DAMASCENO e TARGA, 1998). Além da temperatura do ar, a radiação solar e a umidade do ar, quando assumem valores inferiores ou superiores a determinada faixa, podem exercer influência negativa sobre a produção. Assim, a combinação de altas temperaturas à elevada umidade deprime o desempenho de vacas leiteiras.

A produção leiteira é dependente, principalmente, da qualidade e quantidade das forragens usadas em sistema de pastejo, e da capacidade do animal em consumi-las e utilizá-las eficientemente. O consumo de matéria seca tende a diminuir quando a temperatura ambiente ultrapassa 25-27 °C. O vento, a umidade e a radiação solar afetam diretamente a homeotermia e, provavelmente, estão inter-relacionados com a temperatura ambiente, afetando o consumo de alimentos. O National Research Council (2001) sugere que maior proporção de forragem na ração acarreta uma maior e mais rápida redução no consumo de matéria seca em ambientes com altas temperaturas. Sob este ponto de vista, o conhecimento dos padrões de comportamento desenvolvidos pelos animais para localizar, escolher e ingerir o alimento é crucial para o desenvolvimento e sucesso das práticas de manejo (FRASER, 1985). No entanto, as condições da criação intensiva exigem adaptação fisiológica e comportamental dos animais, que devem ser estudada para avaliar os sistemas de manejo. Muitos dos problemas na criação de animais não podem ser solucionados apenas por pesquisas em nutrição, fisiologia e controle de doenças. É necessário também de investigações do comportamento animal, para permitir uma abordagem sistêmica.

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de sistemas de produção com diferentes provisões de sombra em relação ao comportamento de pastejo, aos atributos fisiológicos e morfológicos do pelame em diferentes estações do ano sobre pastejo de *Brachiaria decumbens* sp.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estresse calórico

Os bovinos são animais homeotérmicos, isto é, são capazes de manter a temperatura corporal independente das variações da temperatura ambiente. Os animais mantêm a homeotermia por meio de trocas de calor com o ambiente, lançando mão de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais. Os bovinos dependendo da raça, do nível de produção, do estágio fisiológico e do plano nutricional, apresentam uma faixa de temperatura ambiente na qual encontram conforto térmico, isto é, não sofrem estresse por frio ou calor, sendo essa denominada de zona termoneutra. Nesta faixa, o sistema termorregulador não é acionado, seja para fazer a termólise ou termogênese; assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva (BACCARI JR., 1998).

A zona de termoneutralidade define limites de temperatura: temperatura crítica superior que desencadeia respostas fisiológicas, como: aumento da temperatura de pele, da temperatura retal, da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e do nível de produção. As altas temperaturas associadas à umidade do ar também elevada afetam negativamente a temperatura retal e a frequência respiratória, podendo causar estresse em animais de interesse zootécnico (SOUZA *et al.*, 1992, MAGALHÃES *et al.*, 1998).

Segundo Arrigala *et al.* (1962), admite-se variação entre 38 e 39,3 °C para temperatura normal de bovinos. No entanto, Baccari Jr. (2001) relata que a temperatura

normal de vaca leiteira, em termoneutralidade e em repouso, varia geralmente, entre 38 e 39,5 °C. A temperatura ambiente ótima para produção de leite depende da espécie, da raça e do grau de tolerância ao calor ou ao frio. De modo geral, a zona de termoneutralidade (ZTN) de vacas holandesas, em lactação, em termos de temperatura do ar, varia de 4 a 26°C (HUBER, 1990). Para a raça Zebu, a temperatura crítica superior varia entre 30 e 35 °C (BIANCA, 1965).

As alternativas para manter ou melhorar o desempenho e o bem-estar dos animais em climas quentes, necessariamente envolvem a metabolização de energia e sua liberação para o ambiente, por meio de processos de trocas térmicas entre o animal e o ambiente (JOHNSON, 1987).

Os índices de conforto térmico mais comumente utilizados são os índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR) (SOUZA *et al.*, 1992). Buffington *et al.* (1981) afirmam que o índice de maior precisão para medir o conforto térmico para animais é o ITGU, que é calculado a partir do globo negro. O valor absoluto do ITGU engloba os efeitos da temperatura do ar, da velocidade do ar, da umidade e da radiação.

Atualmente, existem limites de ITGU definidos para diversas espécies animais, especialmente, os de interesse zootécnico. Conforme Turco *et al.* (1999), um ITGU de até 74 é condizente com ambiente confortável, até 84 caracteriza situação de perigosa e acima de 84, situação de emergência.

A radiação é um componente significativo do ambiente térmico, exercendo influência acentuada no processo de transferência de calor animal-ambiente. A avaliação completa do conforto animal depende, em grande parte, da quantificação desse fator (SOUZA *et al.*, 2002). Portanto, outro indicador de conforto térmico do animal é a carga térmica radiante (CTR), que quantifica a radiação total recebida pelo animal de todo o espaço circundante, podendo também ser calculada a partir da leitura de temperatura de globo negro, meio prático e barato de separar e determinar quantitativamente o componente de energia radiante, de uso já consolidado, que indica, por meio do valor lido de temperatura, os efeitos combinados de energia radiante, temperatura e velocidade do ar (BOND e KELLY, 1955).

2.1.1 Efeito do estresse térmico sobre o desempenho animal

O estresse térmico altera a homeostase da vaca leiteira, induzindo a reações de regulação na tentativa de manutenção do equilíbrio térmico. As reações mais conhecidas incluem a redução do consumo de matéria seca, redistribuição do fluxo sanguíneo e o aumento da perda de calor por evaporação (respiração e sudorose). Conseqüentemente, a função digestiva, a absorção e o metabolismo de nutrientes, as funções fisiológicas como regulação do balanço ácido básico sanguíneo e a produção animal ficam alterados. Alternativas de manejo são adotadas na tentativa de maximizar consumo de matéria seca, sendo essa, uma variável determinante na produção de vacas de leite.

O ambiente pode provocar alterações nas variáveis fisiológicas, sendo a temperatura retal e a frequência respiratória indicadores indiretos de equilíbrio térmico corporal. Estas variáveis alteram-se em função dos fatores de meio ambiente, da espécie animal e de outros fatores (BARCELLOS *et al.*, 1989). Segundo Phillips (1985) e Silanikove (2000), a temperatura corporal pode ser a medida mais segura para indicar tolerância do animal às condições adversas do clima. A temperatura retal é um indicador de balanço térmico e pode ser utilizada como avaliação do grau de conforto térmico (HAHN, 1999; HANSEN e ARECHIGA, 1999; WEST, 1999). A temperatura retal sofre interação com a hora do dia, apresentando maior valor durante o período da tarde em comparação ao da manhã, variando também com a categoria estudada, como as novilhas, que apresentam na maior parte do dia, temperatura retal maior em comparação às vacas (MARTELLO *et al.*, 2002).

Hagiwara *et al.* (2002) reportaram que a taxa respiratória para temperatura ambiente de 17 °C foi menor para vacas de alta produção (>35 kg/leite/dia) do que para temperatura de 22 °C para vacas de baixa produção. No entanto, quando medida a temperatura corporal das vacas de alta produção, foi observado um aumento da mesma, para as vacas de alta produção comparadas às das de baixa produção, devido a uma alta taxa metabólica e produção de calor gerado nos animais de maior produção.

Nicolau *et al.* (2004), trabalhando com vacas da raça Caracu em diferentes épocas do ano (inverno, primavera, verão e outono) no Estado de Minas Gerais, encontraram valores de taxa respiratória de 38,77, 38,69, 38,98 e 38,63 mov./min, respectivamente, não havendo diferença entre as épocas do ano, onde a média geral foi de 38,74 mov./min; portanto, sem estresse térmico.

A frequência respiratória normal dos bovinos deve estar compreendida entre 15 a 30 movimentos por minuto, sendo que sua aceleração objetiva a dissipação térmica. Hahn (1999) comenta que a frequência de 60 mov./min indica animais sem estresse térmico ou que este é mínimo, porém quando ultrapassam 120 mov./min, refletem carga excessiva de calor e, acima de 160 mov./min, medidas de emergências devem ser tomadas.

Novilhas produzem menos calor metabólico do que vacas não-lactantes, devido à capacidade em manter maior área de superfície relativa à massa corporal interna, sofrendo com isso menor estresse calórico. Porém, pesquisas realizadas no sul dos EUA e regiões caribenhas, indicaram que fêmeas holandesas em altas latitudes diminuíram o peso ao nascer de 6 para 10 % e, em média, aproximada de 16%, menor peso metabólico à maturidade do que comparado a latitudes mais ao norte (WEST, 2003).

Em região tropical, se o animal recebe alimentação e manejo adequado, porém não consegue estabelecer suficiente equilíbrio térmico com o ambiente, haverá dispêndio de energia porque esse equilíbrio ocorre em função não só da temperatura do corpo, mas também da taxa de sudação, energia esta que seria utilizada para as funções produtivas (POLASTRE, 1989).

Os bovinos evaporam água através das glândulas sudoríparas e do trato respiratório. A perda de calor desta maneira é praticamente dependente da temperatura do ar, no entanto dependem da umidade externa. Se a pressão de vapor do ar for alta, há necessidade de movimentá-lo através da ventilação forçada. Esta variável não é homoganeamente distribuída na superfície da epiderme dos bovinos, parecendo que as áreas em que a sudorese é mais intensa coincidem com aquelas em que a capa de pelame é menos espessa. Finch *et al.* (1982) observaram a taxa de sudação em 18 novinhos Brahman, Shorthorn e mestiços Shorthorn x Hereford x Brahman, sob temperatura ambiente entre 27,2 e 35,6 °C. A regressão da taxa de sudação sobre a temperatura corporal nestes indivíduos mostrou variação significativa, os Brahman apresentaram respostas mais rápida ($294 \text{ gm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) que os Shorthorn ($194 \text{ gm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) e que os mestiços ($146 \text{ gm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$). Por outro lado, quanto maior a resposta de um animal em termos de sudação, maior o tempo despendido pelo mesmo pastando ao sol, com poucas diferenças entre grupos.

Guimarães *et al.* (2001), trabalhando com búfalos em sistema de câmara climática, aquecidos à temperatura entre 30,9 a 36,0°C e em galpão (ambiente natural, de temperatura entre 26,2 a 32,0°C), observaram influência significativa do ambiente

($P < 0,01$) onde a taxa de sudação média foi superior na câmara climática ($115,5 \text{ g.m}^{-2}\text{h}^{-1}$) em relação à medida no galpão que foi de ($47,2 \text{ g.m}^{-2}\text{h}^{-1}$). Esses resultados confirmam que, sob temperaturas elevadas, há aumento na sudação, mesmo no caso de búfalos que possuem poucas glândulas sudoríparas. Titto *et al.* (1997) verificaram aumento na taxa de sudação, de 107,3 para ($252,2 \text{ g.m}^{-2}\text{h}^{-1}$) em temperaturas ambientes de 28,2 a 34,7 °C, respectivamente.

2.1.2 Características do pelame e adaptação dos bovinos leiteiros ao ambiente tropical

A pele protege o organismo animal do calor e do frio e sua temperatura varia de acordo com as condições ambientais de temperatura, umidade, radiação solar e velocidade do vento, bem como de fatores fisiológicos como vasodilatação e sudação (MARTELLO, 2002). Diante disso, surge a necessidade de se investigar até que ponto esses fatores influenciam no bem-estar animal, e com isso obter alternativas para amenizar o estresse calórico, principalmente quando estes se encontram em sistema de pastejo.

Pereira (2005) afirma que a espessura de pele é um aspecto importante para a rápida dissipação do excesso de calor corporal. Há variações na espessura de pele entre espécies, raças e indivíduos dentro das raças. Essas variações são, em grande parte, geneticamente determinadas e podem ser utilizadas como critério de seleção para tolerância ao calor. Baccari Jr. (2001) relatou que, em temperatura do ar amena (estresse brando), os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele, utilizando os mecanismos de radiação, condução e convecção, processos físicos conhecidos como perda de calor sensível. Contudo, a capa de pelame pode ser uma variável importante a ser estudada no que diz respeito a animais em ambiente de pastejo.

Várias características do pelame são desejáveis para bovinos que vivem em clima tropical, como: pêlos curtos e assentados, alta densidade numérica de pêlos, pele pigmentada e o pelame claro, entre outras. Estas características permitem maior proteção contra a radiação solar e o estresse térmico, contribuindo para maior conforto dos animais e, conseqüentemente, melhor desempenho zootécnico em condições de campo (SILVA, 2000). No entanto, Morais (2002) ressalta que alta densidade dos pêlos muitas vezes pode ser desvantajosa em climas quentes, por dificultar a termólise

convectiva, ressaltando-se animais predominantemente brancos, pois estes teriam a epiderme mais protegida dos raios solares.

Estudos mostram que a capa de pelame é permeável à penetração da radiação solar (KOVARIK, 1973; McARTHUR, 1987), especialmente de ondas curtas da faixa ultravioleta, evidenciando que a identidade desta radiação efetivamente absorvida pelo corpo depende em alto grau da estrutura física, da coloração do pelame e da pigmentação da epiderme.

Maia *et al.* (2003), em pesquisa com animais holandeses, relataram que o pelame preto apresentou-se menos denso, com pêlos mais curtos e grossos, devido a maior necessidade de perder calor, enquanto o pelame branco é mais denso, pêlos mais compridos, e melhor proteção contra a radiação solar direta. No entanto, diante dos fatores ambientes, seria interessante conhecer a distribuição fenotípica da raça, visando o processo seletivo para aquelas características mais desejáveis (NICOLAU *et al.*, 2004). Os mesmos autores, trabalhando em diferentes estações do ano, constataram que o pelame foi mais espesso nos meses mais frio do ano (maio 4,52 mm e julho 4,13 mm) do que na primavera (outubro 3,72 mm) e verão (fevereiro 3,23 mm), devido ao maior comprimento dos pêlos encontrados naquelas estações (11,87 mm, em maio e 11,77 mm em julho) em relação aos da primavera e verão (10,15 mm e 8,08 mm, respectivamente). Pinheiro e Silva (1998), também observaram em vacas holandesas, variação no comprimento dos pêlos de 12,59 e 14,15 mm na primavera e no verão, respectivamente. Moraes (2002), pesquisando vacas leiteiras em ambiente quente e seco, encontrou pêlos maiores em dezembro e mais curto em setembro, em dois anos de estudo. Segundo a autora, a muda pode ter sido mais influenciada pela CTR, uma vez que a temperatura do ar e o fotoperíodo apresentaram amplitudes anuais insignificantes no período estudado.

2.2 Alternativas para amenizar o estresse calórico

2.2.1 Sistemas de sombreamento

A busca pela sombra e seu efeito sobre a distribuição dos animais na pastagem foram amplamente discutida por Paranhos da Costa e Cromberg (1997), destacando que em ambientes quentes com alta incidência de radiação solar deve proporcionar sombra para os animais, o que reduz o aquecimento corporal e facilita a termorregulação.

A sombra de árvores é considerada uma das mais eficientes para conferir conforto térmico ao gado. Em pastagens com poucas árvores, é comum observar grandes aglomerações de animais sob a copa das árvores nas horas mais quentes do dia. Mesmo o gado nelore, bem adaptado ao clima tropical, procura a sombra das árvores para fugir do calor excessivo. Para o gado leiteiro criado a pasto, sabe-se que a falta de sombra nas pastagens pode causar queda de 10 a 20% na produção de leite (PARANHOS DA COSTA, 1997).

A disponibilidade de sombra na sua forma natural é um dos grandes problemas encontrados atualmente na área de ambiência. Há carência de informações com relação às espécies arbóreas a serem recomendadas para fornecer sombra de qualidade. É limitante a utilização adequada de espécies arbóreas para o conforto térmico em geral.

Embora no Brasil existam poucos trabalhos científicos desenvolvidos na área, é reconhecida, internacionalmente a importância das árvores, tanto isoladas ou em grupo, no controle da radiação solar incidente sobre os diferentes ambientes e o gradiente de temperatura, luminosidade e umidade relativa; envolvidos no microclima em que essas se encontram. Destaca-se que a carência de informações sobre o assunto retrata a necessidade de se estudar seus efeitos, porém, acredita-se, diante desta problemática, que a indicação da melhor espécie para arborização de determinada área estará relacionada às características termofísicas da sua sombra.

Em pesquisa realizada por Guiselini *et al.* (1999) testando a qualidade das sombras proporcionadas por algumas espécies arbóreas, das seguintes espécies: *Melia azedarach* (santa-bárbara), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Terminalia catappa* (chapéu do sol) e *Bambusa vulgaris* (bambu) permitiram concluir que a leucena possui qualidade de sombra inferior às demais, e que o bambu apresentou melhores características térmicas. A santa-bárbara e o chapéu-de-sol não diferenciaram e apresentaram valores intermediários. Este resultado deve-se, provavelmente, às características morfológicas das espécies; na leucena, por apresentar uma copa rala e possuir folhas delgadas, a incidência de radiação solar é maior que nas outras espécies, tornando assim a qualidade da sua copa inferior às demais. Apesar de a espécie santa-bárbara possuir folhas menores que o chapéu-de-sol, sua copa é mais densa e isso faz com que esta característica compense a outra, igualando a qualidade térmica das sombras das duas espécies. O bambu, por seu hábito não-arbóreo, porte maior e projeção de sombra também maior, resulta numa área sombreada maior e de qualidade superior.

2.3 Efeitos da sombra sobre as variáveis fisiológicas

2.3.1 Na temperatura retal e frequência respiratória

Para evitar que sejam ativados os mecanismos fisiológicos, que são consequências das flutuações estacionais do meio ambiente, os animais procuram ambientes termoneutros. Os animais param de pastejar e se encaminham para sombra, quando a temperatura retal aumenta acima do normal.

A preocupação com o sombreamento nos sistemas de produção de leite a pasto ou em regime semi-estabulado, aumenta à medida que esse sistema de criação é empregado para animais altamente especializados que, conforme já exposto, são muito sensíveis a temperaturas ambientes elevadas. Damasceno e Targa (1998) compararam dois sistemas de sombreamento em currais tipo *free-stall*, com ou sem cobertura de lona plástica nas extremidades Sudeste-Noroeste da área coberta. Observaram que vacas com acesso ao curral com cobertura de lona plástica apresentaram frequências respiratórias e temperaturas retais inferiores e produção de leite superior. Em termos de temperatura, trabalhos têm demonstrado o efeito benéfico da sombra natural que, ao reduzir a carga de calor radiante sobre as vacas, propicia maior conforto térmico, expresso pela diminuição da frequência respiratória e da temperatura corporal e pelo aumento da produção de leite, quando comparadas estas variáveis com as de vacas mantidas sob radiação solar global (MAcFARLANE e STEVENS, 1972, DAVINSON *et al.*, 1988).

Kawabata (2003), pesquisando bezerros holandeses em tratamentos de abrigos expostos ao sol e à sombra, cobertos com telhas de cimento amianto e com telhas de cimento celulose, verificou que os resultados obtidos em abrigos expostos ao sol com telhas de cimento amianto foram menos satisfatórios comparados aos de telha de cimento celulose, diferença significativa quando comparando os abrigos entre si, expostos ao sol. A faixa ideal de temperatura retal para bezerros situa-se na faixa de 38 e 39,3 °C, o que no referido estudo este valor foi encontrado apenas para os animais instalados na área sombreada (CAMPOS, 1985).

Novilhas leiteiras mantidas ao sol e à sombra apresentaram temperatura retal e frequência respiratória mais elevada ao sol que animais manejados à sombra (CARVALHO e OLIVO 1996). O aumento do número de movimentos respiratório por minuto verificado para os animais expostos ao sol, aliado à evaporação cutânea, não foi suficiente para manter a temperatura corporal dos mesmos dentro dos níveis

fisiologicamente aceitáveis. Contudo, é admitido como normal variação entre 38 a 39,3°C para bovinos em ambiente tropical, e aceita-se que animais jovens possuam temperatura corporal um pouco mais elevada que os adultos. Existem ainda notáveis diferenças entre raças em suas habilidades de regulação de temperatura retal: a temperatura retal média é mais alta em bovinos taurinos do que nos mestiços cruzados (PEREIRA, 2005).

Valores de frequência respiratória de 45,5 mov./min para animais à sombra e de 54,7 para animais localizados em áreas sem sombra, quando comparados abrigos cobertos de telhas de cimento celulose foram encontrados por Kawabata (2003). Trata-se de um aumento de 25% para a frequência respiratória dos animais mantidos ao sol.

Pádua *et al.* (2002) avaliaram seis tipos de sombreamento para bovinos leiteiros, constituídos de três sombras artificiais (tela de propilopileno/sombrite nas cores verde, branco e preto), uma sombra natural (árvore) e dois tipos de cobertura de cocho (uma com a parte interna preta e externa branca e a outra, com ambas as partes pretas). Foram encontrados melhores resultados em termos de conforto térmico para todos os índices testados, em sombra natural, proveniente de árvores seguidas dos sombreamentos artificiais sombrite de cor preta, branca e verde. No que diz respeito às coberturas testadas para cocho, a lona plástica de cor interna preta e externa branca apresentou os melhores valores em termos de conforto térmico para os animais.

2.3.2 Na produção

Trabalhos realizados por Romance-Ponce *et al.* (1977), Collier *et al.* (1981) e Damasceno e Targa (1998) demonstraram superioridade na produção de leite quando as vacas recebiam acesso à sombra comparada às vacas expostas à radiação solar direta ou sombra restrita.

Aumento de 20% na média da produção de leite em animais com acesso à sombra foram observados por Hahn (1981) e Baccari Jr. (1986). No entanto, Aguiar e Targa (1999) observaram em dois grupos de vacas holandesas em lactação, com e sem acesso à sombra, um grupo mantido em piquete sob radiação solar global (G1) e outro com árvores isoladas (G2), respectivamente. Os animais com acesso à sombra natural tenderam a armazenar menos calor do que aquelas mantidas sob radiação solar global (237,61 x 262,85 kJm²) em 8 horas e apresentaram produção de leite ligeiramente superior (21,9 x 19,4 kg/dia). Em ambos os grupos, vacas predominantemente brancas

tenderam a produzir mais leite (21,8% no G1 e 6,9% no G2). Os autores concluíram com isso, que a sombra natural provida de árvores isoladas não proporcionou maior conforto térmico, nem resultou em maior produção de leite em vacas holandesas malhadas de preto em relação à radiação solar global; portanto não sendo indicada como uma das estratégias importantes de manejo ambiental, nas condições de estresse térmico brando prevalecente. Na Flórida, vacas com sombreamento ingeriram 23% a mais alimento e produziram 19% a mais de leite que suas pares sem sombra (SCHENEIDER *et al.*, 1984). Ainda na Flórida, verificou-se que vacas mantidas ao sol consumiram 56% menos alimento durante o dia, mas compensaram parcialmente durante a noite aumentando o consumo em torno de 19%, comparadas às vacas com sombra. No total, a redução na ingestão de alimento das vacas estressadas ainda foi de 13%, comparativamente àquelas que contaram com abrigo de sombreamento (MALLONÉE *et al.*, 1985). Johnson (1992) demonstrou que o estresse térmico não afetou a produção de leite no mesmo dia. De acordo com o autor, o estresse pelo calor aumenta a temperatura corporal a qual deprime a ingestão de alimentos no mesmo dia e a depressão na ingestão de alimentos reduz a produção de leite poucos dias depois.

Sloutjes e Lizieiri (1991) analisaram as diferenças com relação ao conforto térmico de gado leiteiro em quatro situações: curral a céu aberto, estábulo tradicional, cocho coberto e sombra natural de árvore (mangueira). O experimento foi conduzido em tardes quentes de verão, com temperaturas entre 30 a 38 °C. O índice ITGU para estas situações foi, respectivamente, de 94, 94, 83,39, 82,22 e 81,47. Os autores relatam que o curral a céu aberto é de extremo desconforto em tardes de verão tropical; entretanto, não há diferenças significativas entre as áreas sombreadas, ou seja, a sombra de árvores foi tão eficiente quanto à sombra do estábulo com paredes de alvenaria, coberto com telhas de barro e pé-direito alto e do cocho coberto com telhas de amianto, aberto e bem ventilado. Concluíram, então, que a sombra natural pode substituir, com relação ao conforto térmico, instalações caras e tradicionais.

Observando animais mantidos à sombra natural e sem sombra, McFarlane e Stevens (1972) verificaram que a produção de leite à sombra foi 18,2 % superior a do sol com vacas cruzadas Holandês-Boran. Entretanto, as condições ambientes foram mais estressantes, temperatura do ar média de 33°C à sombra e 36°C ao sol. Davison *et al.* (1988) verificaram que vacas holandesas mantidas sob sombra natural produziram 11,6% a mais de leite que os animais sob radiação solar global, com temperatura do ar média de 28°C.

Trabalhos realizados por Myagi *et al.* (2002) com confinamento, com animais mestiços leiteiros, distribuídos em três tratamentos: curral com abrigo posicionado na direção Norte/Sul (T1), curral com abrigo posicionado na direção Leste/Oeste (T2) e curral isento de abrigo (T3). Os autores observaram efeito significativo de tratamento sobre ganho médio diário-GMD e ganho de peso total-GPT. As médias de ganho de GMD foram 0,86 kg para o curral com o abrigo Norte/Sul, 0,87 kg para o curral com abrigo leste/oeste e 0,78 kg para o curral sem abrigo. O uso de abrigos contra a incidência de radiação solar mostrou benefício para os bovinos mestiços leiteiros confinados durante o período da seca.

2.4 Comportamento animal em pastejo

Para melhor entendimento da dinâmica das respostas dos animais a mudanças do ambiente, tornam-se necessários estudos que quantifiquem o impacto de uso dos recursos provedores de bem-estar térmico aos animais. Alteração do comportamento é uma ferramenta para que eles possam expressar suas necessidades de conforto térmico através de uma série de respostas ligadas ao comportamento ingestivo, comportamento usual de postura, comportamento de movimentação, entre outros.

Segundo McDowell (1972), citado por Pires *et al.* (1998), os animais podem ajustar-se ao ambiente térmico alterando sua postura. Em ambientes quentes, os bovinos tendem a assumir uma postura de relaxamento e minimizar as atividades físicas, ou seja, reduzem ou cessam a atividade de alimentação e procuram uma superfície fria para se deitarem. Perera *et al.* (1986) observaram tendência das vacas passarem duas ou três horas ininterruptas deitadas, 1 ou 2 horas em pé e, aproximadamente 1 hora no cocho de alimentação, com vários períodos de ingestão de alimento. Todas estas variáveis foram afetadas pela estação do ano. Camargo (1988) ressalta que, no verão, houve tendência de maior números de vacas ruminando em pé (14, 7%) ao invés de se deitarem, para assim fazê-lo (12,7%).

Além das variáveis climáticas caracterizarem fatores a serem levados em consideração quando se trabalha com animais a pasto, dentre os inúmeros fatores que interagem em um ecossistema de pastagens, o comportamento ingestivo assume grande importância na pesquisa com animais em pastejo, já que existe um efeito direto deste sobre o consumo e, conseqüentemente, no desempenho animal, sendo a distribuição

espacial um fator capital quando se trabalha com animais em pequena e grande escala (BAILEY, 1988).

Com o objetivo de avaliar o tempo total diário das principais atividades de vacas leiteiras em pastejo, Viegas *et al.* (2002) testaram dois tratamentos, com e sem sombreamento. Foram observadas diferenças para tempo de pastejo maiores para as vacas com sombra, enquanto o ócio em pé, foi maior para as vacas sem sombra. Em pastagens sem sombra os animais diminuíram o tempo de pastejo sem conseguir compensá-lo com o pastejo noturno.

Bovinos são animais crepusculares e a ocorrência de intensos períodos de pastejo no alvorecer e amanhecer é estabelecido por características do comportamento. A associação de intenso período de pastejo ao nascer e pôr-do-sol implica nos padrões de pastejo na sensibilidade do efeito luz. Krysl e Hess (1993), estudando períodos de luz no controle do crescimento, observaram a existência da sensibilidade à luz na secreção de prolactina durante o ciclo noite-dia. Os autores sugerem que esta fase de sensibilidade à luz é também conectada ao centro neural regulando desta forma o consumo de alimento e ganho de peso. Os períodos de luz são, na verdade, entrada para o ritmo circadiano via retina e ou via hipotálamo-retina para os núcleos supra-chiasmáticos. Isto parece uma indicação de que a característica “luz” ocorre durante o dia para estimular o efeito apetite.

O comportamento de pastejo compreende um conjunto de decisões (estratégias de forrageamento) tomadas pelo animal diante de uma pastagem. Segundo Hodgson *et al.* (1994), o tempo de pastejo é normalmente de 8 horas, podendo atingir até 16 horas em casos extremos, padrão de atividade na qual a diminuição da massa de forragem provoca aumento no tempo de pastejo. Além da qualidade da forragem, este tempo de pastejo vai depender também da relação folha-caule. Quanto maior for a relação menor será o tempo, pois o animal tende a aumentar o volume consumido por bocado (SALLA *et al.*, 1996). A distribuição das atividades se resume em: tempo de ingestão, ruminação e ócio, sendo observados de três a cinco picos de pastejo no decorrer do dia, os de maior intensidade, que por sua vez ocorrem no início da manhã e no final da tarde (COSGROVE, 1997). Para Krysl e Hess (1993), os animais realizam de 65 a 100 % de sua atividade de pastejo entre as 6 e 19 horas do dia.

Em estudo com novilhos em pastagem de capim-marandu, Sarmento (2003) observou que o tempo de pastejo apresentou tendência de aumento na medida em que se reduziu a altura do dossel forrageiro. Em pastos mantidos a 10 cm, os animais gastaram

cerca de 1 hora a mais em atividade de pastejo quando comparados com animais mantidos a 40 cm de altura. Nos meses de maio, julho e agosto houve aumento no acúmulo de material morto na base do dossel, que segundo o autor, provavelmente tenha sido a causa para aumento do tempo de pastejo dos animais naquela época do ano, uma vez que maior esforço pode ter sido despendido em atividades de procura e seleção de bocados potenciais. Neste trabalho foram observados dois períodos bem definidos de pastejo durante o dia e um pastejo noturno, confirmando o exposto por Cosgrove (1997), que animais em pastejo apresentam três a cinco picos de pastejo no decorrer do dia.

Estudando bovinos em pastagem nativa no período das 5 às 18 horas, Santos *et al.* (2002) verificaram que o pastejo ocorreu em três turnos, cujo principal período foi próximo ao pôr-do-sol. Dados obtidos por meio de registro eletrônico durante as 24 horas do dia, mostraram que os bovinos pastejaram em média 11,7 horas (60 % durante o dia e 40 % durante a noite), distribuídas em quatro períodos principais. As duas principais refeições concentraram-se entre 11 e 15 horas (horário mais quente do dia) e próximo ao pôr-do-sol, entre 17 e 19 horas confirmando os resultados obtidos por observação direta. A ocorrência de intenso pastejo em torno do pôr-do-sol sugere que a capacidade física de enchimento do rúmen não é explorada durante o dia, reforçando a teoria de que o enchimento do rúmen é apenas um fator integrado ao animal na determinação do nível de consumo.

Brâncio *et al.* (2003), trabalhando com novilhos Nelores em sistema de pastejo rotativo, onde os tratamentos consistiram em: 1) cv. Tanzania + 50 kg/ha de N, 2) cv. Tanzânia + com adubação adicional à de manutenção totalizando 100 kg/ha de N(Tanzânia + 100kg/ha de N); 3) cv. Mombaça +50 kg/ha de N; e 4) cv. Massai + 50 kg/ha de N, observaram que os tempos de pastejo foram semelhantes para todos os tratamentos e épocas de avaliação, apresentando valores de 498 entre 678 minutos diários em todas as avaliações. O tempo gasto em pastejo diário do início para o final do período de ocupação tendeu a crescer, pois em pastejo rotativo grande parte das características do pasto se modifica ao longo da semana de pastejo, principalmente a altura da pastagem e proporção de material morto. Em média os animais passaram 527, 583 e 610 minutos em pastejo, respectivamente no início, meio e final do período de ocupação dos piquetes.

A atividade diária de pastejo dos bovinos normalmente é variável, contudo Prates *et al.* (1995) concluíram que, na região sul do Brasil, novilhos mantidos em

pastagem nativa melhorada apresentam concentração da atividade diária de pastejo em ciclos diurnos, porém a elevação da temperatura durante o dia reduziu esse tempo de pastejo diurno e aumentou o tempo de pastejo noturno. Difante *et al.* (1999), avaliando o comportamento ingestivo de novilhos em pastagem cultivada em área de várzea, também observaram maior frequência de pastejo durante o dia, concentrada nos períodos das 7 às 11 horas e das 14 às 18 horas.

Intercalada com a ingestão de alimentos, ocorre a ruminação, quando o bolo alimentar é regurgitado, remastigado, reensalivado e novamente deglutido (FRASER, 1980). O papel da ruminação é diminuir o tamanho das partículas alimentares, a fim de permitir maior ataque pelas enzimas microbianas e também a passagem dos alimentos através do orifício retículo-omasal (DESWYSEN *et al.*, 1993). Segundo Welch (1982), a eficiência de ruminação é importante na utilização de alimentos de baixa digestibilidade, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo. A ruminação se processa logo após os períodos de alimentação e, de preferência, com o animal deitado (HAFEZ e SCHEN, 1962; FRASER, 1980). O tempo de ruminação durante o dia está em função direta da quantidade e qualidade do alimento consumido, especialmente a fibra (ARNOLD e DUDZINSKI, 1978; FRASER, 1980) podendo durar de 600 a 650 minutos por dia (DULPHY e FAVERDIN, 1987). Os tempos gastos com alimentação, ruminação e mastigação por unidade de consumo de MS e FDN são maiores com adição de fibra na dieta conforme relatam Miranda *et al.* (1999) em estudo com novilhas, e o aumento da atividade mastigatória pode proporcionar incremento da digestão ruminal e passagem.

Intercalado aos períodos de ingestão e, principalmente, aos de ruminação, ocorrem também períodos de descanso ou ócio. A maioria dos animais ruminantes utiliza mais de 50 % do seu tempo descansando, sendo considerada por alguns autores a ruminação englobada dentro do descanso, uma vez que os animais ruminam em estado de sonolência (ARNOLD, 1985). O descanso pode ser em pé ou deitado. O tempo em que os animais não estão ingerindo água, alimento ou ruminando é definido como ócio (SHULTZ, 1983). Portanto, Costa (1985), revisando o assunto, encontrou valores entre 5 horas e 48 minutos à 12 horas e 48 minutos por dia gastos nesta atividade. Camargo (1988), trabalhando com animais confinados em *free stall*, verificou que 47,2% do tempo foram dedicados ao ócio, ou seja, 10 horas e 23 minutos e este tempo não foi diferente entre as observações no inverno e verão. Da mesma forma, Werneck (2001), trabalhando com vacas de leite em pastejo de capim-elefante, observou que o tempo

total em que os animais permaneceram em ócio foi de 9 horas e 57 minutos, independentemente da época do ano, confirmando o intervalo de tempo citado em literatura. Salla *et al.* (2003), trabalhando com vacas Jersey confinadas, testando diferentes fontes de gordura, encontraram valores de tempo de ócio de 10 horas e 5 minutos e com número de períodos de 22,52. Segundo Costa (2000), as atividades de ócio são complementares, quando os animais apresentam maiores tempos diários de ingestão e ruminação gastando menos tempo descansando.

A ingestão diária de forragem é o resultado do produto entre o tempo gasto pelo animal na atividade de pastejo e a taxa de ingestão de forragem durante esse período, que, por sua vez, é o resultado do produto entre o número de bocados por unidade de tempo (taxa de bocados) e a quantidade apreendida por bocado (tamanho do bocado) (ERLINGER *et al.*, 1990). Assim, o consumo diário pode ser influenciado por variações em qualquer destes parâmetros. No entanto, existe a necessidade de estudos relacionados a fatores determinantes do consumo em pastejo. A seleção de dietas, por exemplo, é mais facilmente estudada nas escalas inferiores entre a planta ou o bocado e a estação alimentar, onde fatores abióticos têm a sua influência reduzida (BAILEY, 1996).

Em estudo com pastejo contínuo foi verificado que animais mantidos em pastos de 10 cm ($51,3 \text{ bocados minuto}^{-1}$) apresentaram a maior taxa de bocados por minuto durante o experimento, enquanto os animais mantidos em pastos de 40 cm apresentaram taxa mais reduzidas ($17,7 \text{ bocados minuto}^{-1}$). Ao mesmo tempo em que reduziu a altura do extrato potencialmente pastejável com o decréscimo da altura do dossel forrageiro, reduziu-se a massa de forragem e a quantidade apreendida a cada bocado (SARMENTO, 2003). Nessa situação, na tentativa de manter a ingestão de forragem, os animais aumentaram, além da taxa de bocados, o tempo de pastejo. No entanto, esses resultados confirmam a afirmativa de (STOBBS, 1973), que dificilmente animais em pastejo conseguem realizar mais de 4.000 bocados por hora.

Considerando que algumas atividades dos animais são excludentes, o aumento ou a redução no tempo de pastejo implica alterações nas demais variáveis, componentes do comportamento ingestivo (ruminação e ócio). Atualmente, ainda são pouco conhecidos alguns elementos como o tempo de pastejo, ruminação e ócio, bem como o tempo de permanência em cada estação alimentar e a distância percorrida entre elas, como condicionantes que devam ser agregados às variáveis que afetam o consumo de alimentos dos animais (QUADROS *et al.*, 2004).

Em sistemas de pastejo, a qualidade da forragem torna-se fator preponderante e esta definição de qualidade da forragem deve considerar outros fatores que afetam o desempenho animal nos sistemas com base em forrageiras, como: manejo da pastagem e condução do pastejo, que permitem ao animal escolher o alimento, além de densidade e altura das plantas, as quais irão influenciar o comportamento ingestivo dos animais.

As características químicas da planta também influenciam o consumo voluntário dos animais. As folhas contêm mais proteína e energia, menos FDN e lignina do que os colmos, portanto os animais preferem consumir as folhas. Assim, a disposição morfológica, oferta e massa de forragem disponível são fatores que influenciam o comportamento ingestivo e a qualidade da forragem, principalmente em animais em pastejo (MARASCHIN, 2000).

Segundo Paterson *et al.* (1994), a qualidade da forragem pode ser definida em função do consumo e da digestibilidade. A digestibilidade da forragem é o fator mais importante que determina o valor nutritivo devido a duas razões: a alta digestibilidade libera mais nutrientes para serem utilizados pelos animais; o aumento da digestibilidade pode aumentar o consumo de alimentos, porque aumenta a taxa de *turnover* no rúmen (CHEKEE, 1999). Portanto, as características químicas (teores de proteína, de fibra em detergente neutro e de lignina) da planta influenciarão a digestibilidade e a passagem do alimento pelo trato gastrointestinal do animal.

Os níveis de proteína são diferentes entre as diferentes espécies de forrageiras e podem limitar o consumo, pois podem apresentar valores que não permitem crescimento adequado dos microrganismos ruminais, reduzindo as taxas de digestão ruminal. Esta situação é importante durante o período seco e em estádios avançados de maturação, apresentando respostas à suplementação protéica (PATERSON *et al.*, 1994). Assim, a prioridade para otimização da digestão fermentativa da forragem é assegurar uma concentração adequada de N-NH₃ no rúmen para suprir N para o crescimento microbiano. Segundo Mertens (1994), o nível de proteína bruta (PB) varia com a digestibilidade, sendo que as forrageiras apresentam valores de 7 a 14 % PB e 40 a 80 % de digestibilidade, mas é necessário o sincronismo entre energia e proteína para que não haja limitação aos microrganismos para a fermentação e digestão.

2.5 Consumo de água

Os bovinos ingerem água para compensar as perdas ocorridas através da urina, das fezes e da evaporação e também para regular a temperatura corporal. Para isso, utilizam três fontes básicas de suprimento: água ingerida (ingestão voluntária), água contida nos alimentos e água metabólica. A água deve ser limpa, fresca, possuir níveis baixos de sólidos e de alcalinidade e ser isenta de compostos tóxicos. Assim, uma fonte abundante de água limpa e de alta qualidade deve ser prioridade em uma propriedade rural (CAMPOS, 2003).

O comportamento de ingestão de água é influenciado por vários fatores, como a temperatura ambiente (a elevação da temperatura do ar aumenta a necessidade de ingestão de água), a raça em questão (quando em ambientes similares, raças européias e seus cruzamentos consomem mais água que raças zebuínas), a idade e tamanho do animal, ingestão de matéria seca, entre outros. Broom (1997) acrescenta ainda que o gado ingere água uma a quatro vezes durante o dia (duas vezes em média), um pouco antes do horário do meio-dia, no final da tarde e começo da noite, e raramente ingerem durante a noite e no começo da manhã, sendo a ingestão mais freqüente nas estações quentes ou quando estão sobre pastagens de baixa qualidade. Stillings *et al.* (2003) chamam a atenção para o fornecimento de fonte de água combinado ao provimento de sal mineral em área próxima, são estratégias economicamente benéficas. Estimativas de providenciar fontes de água em intervalos mais freqüentes (menor de 4 km) mostrou efeito positivo no sistema de produção (HOLECHEK, 1992). Em pesquisas com vacas leiteiras, Miner *et al.* (1992) observaram que os animais despenderam em média 25,6 min/dia apenas na procura por fontes de água, em condições extensivas, mas quando as fontes de reservatórios de água encontravam-se com fácil acesso, os animais gastaram apenas 1,6 min/dia na procura da mesma.

O hábito de consumo de água segue o de consumo de alimento; o pico de consumo coincide com o pico de consumo de matéria seca, mesmo quando o alimento é oferecido várias vezes ao dia. Normalmente os animais preferem consumir água com temperatura entre 25 e 30 °C, com tendência a diminuir o consumo quando sua temperatura está abaixo de 15 °C. Segundo NRC (2001), as vacas optam por temperaturas entre 17-28 °C.

O consumo de água por vaca em lactação depende do estado fisiológico, da produção de leite, do peso corporal, da raça e do consumo de matéria seca. A

composição da dieta, o ambiente, o clima e a qualidade da água são outros fatores que influem no consumo. Durante os meses mais quentes, as vacas sofrem estresse pelo calor e elevação da umidade, aumentando o consumo de água, com elevação na excreção da urina e alterando a composição dos dejetos. Novilhas leiteiras em idade de inseminação bebem em média 48,8 L de água por cabeça/dia e para vacas em lactação a média é de 62,5 L/cabeça/dia (BENEDETTI, 1986). A perda de água pelo corpo do animal pode aumentar em 58% se a temperatura ambiente variar de 20 a 30°C. As exigências de água aumentam de 1,02 a 2,0 vezes quando as vacas são submetidas ao estresse calórico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A pesquisa foi realizada no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco-MG, localizado a 21° 33' 23" de latitude sul, 43° 6' 15" de longitude oeste e 430 m de altitude. O clima da região é classificado segundo normais climatológicas (Tabela 1), alternando períodos seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril), com temperaturas médias de 22 °C no verão e 16,8 °C no inverno. A precipitação média na região é de 1.535 mm/ano (COSTA *et al.*, 2001).

3.2 Duração

O experimento teve a duração de nove meses, abrangendo as diferentes estações do ano (outono, inverno, primavera e verão), perfazendo os meses de abril, maio, julho, agosto, outubro, dezembro e janeiro.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em parcelas subsubdivididas representadas por repetição no campo (dois piquetes) e cinco animais por piquete com dois tratamentos (com sombreamento e braquiária), com o efeito do sistema constituindo a parcela, a estação a subparcela e o dia de pastejo a subsubparcela.

Tabela 1 – Normais climatológicas do município de Coronel Pacheco-MG, no período de 1961 a 1990

Normais Climatológicas 1961-1990	TMA (°C)	TMI (°C)	TME (°C)	PPT (mm)	UR (%)	IT (horas)	NB (0-10)
Janeiro	30,2	18,8	23,9	310,6	79,00	173,2	7,3
Fevereiro	30,8	19,1	24,1	194,8	78,7	185,5	6,9
Março	30,0	18,3	23,5	190,9	78,9	181,8	6,8
Abril	28,1	16,1	21,7	82,0	80,8	177,2	6,6
Maiο	26,6	13,4	19,5	47,0	80,8	182,7	5,4
Junho	25,6	10,9	17,3	26,7	81,2	167,3	4,8
Julho	25,2	10,2	16,9	21,2	78,5	185,6	5,0
Agosto	26,6	11,5	18,2	21,7	76,4	192,5	5,2
Setembro	26,9	13,5	19,7	69,3	76,4	147,4	6,3
Outubro	27,9	16,1	21,5	120,9	76,0	139,8	7,6
Novembro	29,7	17,1	22,6	207,3	77,6	135,0	7,9
Dezembro	27,8	18,5	23,2	189,0	81,0	139,0	7,9

Fonte: FUNCEME. Dados cedidos pelo INMET (1992). TMA: temperatura máxima do ar; TMI: temperatura mínima do ar; TME: temperatura média do ar; PPT: precipitação pluviométrica, UR: umidade relativa do ar, IT: insolação total; e NB: nebulosidade.

3.4 Animais e instalações

Foram utilizadas 20 novilhas mestiças leiteiras pertencentes à Embrapa Gado de Leite, com idade entre nove e dez meses, em sistema de produção em pastagem, instalado em área topográfica montanhosa, com declividade de aproximadamente 30%. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural. A pastagem foi formada em novembro de 1997, com a gramínea *Brachiaria decumbens*, estabelecida em faixas de 30 m de largura, alternada com faixas de 10 m, plantadas com as espécies arbóreas *Eucalyptus grandis*, *Acacia mangium* e *Angico-mirim*. A área foi dividida em quatro piquetes de 0,5 ha, sendo dois com monocultura de braquiária e dois para o sistema com sombreamento, utilizado em sistema rotacionado de pastejo, com sete dias de ocupação, e período de descanso de 35 dias na época das águas e 49 dias na época da seca.

3.5 Atributos meteorológicos

Em abrigos meteorológicos localizados no interior dos piquetes experimentais foi instalado um psicrômetro para medida da temperatura do termômetro bulbo seco (TBs) e temperatura do termômetro de bulbo úmido (TBu). Ao lado do abrigo e a 1,70 m do solo foi instalado um globotermômetro para medidas de temperatura do globo negro (TGN).

A umidade do ar foi obtida em tabelas meteorológicas a partir dos registros de temperatura do bulbo seco e temperaturas do bulbo úmido, expressa na forma de pressão parcial de vapor (PPV). Os registros dos dados meteorológicos foram realizados a cada hora, em todos os dias de coletas dos dados.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi calculado para cada hora de tomada de dados, usando a seguinte fórmula, citada por (MCDOWELL e JHONSTON, 1971).

$$ITGU = t_g + 0,36 t_{po} + 41,5$$

em que

T_g = temperatura do termômetro de globo, °C;

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C; e

41,5 = constante.

Além do ITGU foi também estimada a carga térmica radiante (CTR) em cada piquete, nos dias de coleta, de acordo com a expressão abaixo,

$$CTR = 1,053 h_c (t_g - t_a) + d t_g^4, W/m^2$$

em que

h_c = coeficiente de convecção do globo negro, $W/m^2/k$;

t_g = temperatura de termômetro de globo, °K;

t_a = temperatura do ar, °K; e

d = constante de Stephan-Boltzan ($5,6697 \times 10^{-8} Wm^2/K^4$),

A temperatura da água foi determinada diariamente, a cada hora, durante o período experimental, com termômetros comuns, instalados junto aos bebedouros de cada piquete. Nos bebedouros também foram instalados hidrômetros para a estimativa

do consumo coletivo de água, com leitura executada na entrada e saída dos animais nos piquetes. O consumo de água em cada piquete foi obtido pela diferença entre a quantidade de água presente no final e no início de cada dia de observação dos animais.

3.6 Atributos fisiológicos

3.6.1 Temperatura retal

Foram medidos os dados de temperatura retal (TR) em °C e taxa de sudação uma vez ao dia. A frequência respiratória (mov./min) e a temperatura de superfície corporal (TS) em °C foram estimadas duas vezes ao dia em torno de 9 e 15 horas, nos dias de coleta. A temperatura retal foi medida por meio da utilização de um termômetro clínico digital, inserido no reto do animal, durante dois minutos.

3.6.2 Taxa de sudação

Logo após a tomada da TR foi estimada a taxa de sudação, empregando o método colorimétrico (SCHLEGER e TURNER, 1965). O método consiste em aplicar em uma região de 9 cm² no flanco do animal a aproximadamente 30 cm da região dorsal, previamente depilada e limpa com álcool e éter, discos de papel, de cromatografia, tipo Whatnam, número 1, de 0,5 cm de diâmetro embebidos em solução de cloreto de cobalto hexa hidratado e secos ao ar livre e, em seguida, na estufa a 80 – 90 °C até atingir a cor azul violácea. Após a secagem, três discos foram fixados com fita adesiva em lâmina de vidro e conservados em dessecador, contendo sílica. Todos os discos foram preparados 2 horas antes de sua utilização. Após a aplicação da fita adesiva com discos na área depilada do animal foi cronometrado o tempo, em segundos, gasto por disco para mudança da cor azul violácea para rosa claro. Os valores médios dos tempos de viragem registrados representaram observações correspondentes a três discos, sendo em seguida, aplicados na seguinte fórmula:

$$TS = 38446,6019 / t \text{ (SILVA, 2000)}$$

em que

TS = taxa de sudação em g/m²/hora;

t = tempo médio, em segundos, para mudança de cor nos três discos de papel.

3.6.3 Frequência respiratória e temperatura de superfície corporal

No momento das coletas de dados comportamentais a campo, duas vezes ao dia, foram estimadas a frequência respiratória (FR) e a temperatura de superfície corporal (TS). A FR foi obtida pelo número dos movimentos respiratórios, no flanco do animal, durante 15 segundos e este valor multiplicado por quatro, resultando em movimento respiratório por minuto. A temperatura de superfície corporal foi medida com termômetro de infravermelho digital portátil a 0,15 m de distância do animal, também na região do flanco. Ambas as medidas (FR e TS) foram executadas no momento das coletas de dados comportamentais a campo, duas vezes ao dia, sendo que as medições de temperatura retal e taxa de sudção foram realizadas logo após o término das coletas dos dados comportamentais, em um brete confeccionado próximo aos piquetes de pastejo.

3.7 Atributos morfológicos do pelame

Durante cada fase do período experimental, totalizando seis fases, avaliou-se a espessura da capa de pelame com um paquímetro de precisão de 0,05 mm, em três locais aleatórios do corpo dos animais: um na região dorso lombar e dois no flanco. Em seguida, no mesmo local de avaliação da espessura do pelame, foram extraídas em cada animal, três amostras de pêlos, utilizando um alicate “bico-de-pato” especialmente adaptado para este fim, contendo um separador metálico com 2 mm de espessura. As amostras de pêlos foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados para posterior determinação da densidade e comprimento médio dos pêlos, com utilização de um papel milimetrado e auxílio de uma lupa, conforme descrito por (SILVA, 2000). Para cálculo do comprimento médio dos pêlos tomou-se como base o comprimento dos dez maiores pêlos de cada amostra, conforme técnica descrita por Udo (1978), citado por Silva (2000). As coletas morfológicas foram efetuadas na sequência das medidas de temperatura retal e taxa de sudção.

3.8 Atributos comportamentais de pastejo

A metodologia aplicada baseou-se em uma avaliação visual em intervalos intermitentes de 10 minutos, na qual foram registradas as atividades ingestivas de tempo de pastejo, de ruminação e de ócio, bem como a posição do animal, se em pé ou deitado. No momento em que o animal realizava o consumo de água, era registrada a frequência desta atividade e horário da mesma. Para o sistema com sombreamento foi registrado também o local em que cada animal se encontrava, se à sombra ou ao sol; se o animal estivesse à sombra, anotava-se sob qual espécie arbórea, incluindo a sombra da copa ou de sua projeção proveniente. É oportuno ressaltar que permaneceram duas pessoas por piquete para as devidas avaliações, onde os animais foram avaliados no primeiro e no sétimo dia de pastejo, sendo os mesmos identificados com faixas de lonita de desenhos e de cores diferentes, inseridas sobre o dorso e presas ao abdômen.

3.9 Avaliação da pastagem disponível

As estimativas da massa de forragem na pastagem foram obtidas a cada ciclo de pastejo, por meio do método de dupla amostragem conforme (AROEIRA *et al.*, 1996). Portanto, foram executadas em 20 pontos amostrais por piquete, onde 5 das 20 amostras eram cortadas rente ao solo, com tesoura de esquila, sendo que para o sistema com sombreamento, foram obtidas cinco amostras sob as árvores. As amostragens foram obtidas com o uso de um quadrado de metal, com área de 0,25 m², a cada 15 passos seguindo linha de transecção fixa. Após o corte do pasto, este foi pesado e anotado o valor, para posterior cálculo de disponibilidade de matéria seca.

3.10 Desenvolvimento ponderal

A cada 35 dias os animais eram pesados com balança com capacidade para 500 kg, medido o perímetro torácico, por meio do uso de uma fita métrica, a altura de cernelha, por meio de uma régua de madeira estabelecida para este fim, e por fim, atribuídos valores de escore de condição corporal, em escala variando de 1 a 5, conforme WILDMAN *et al.* (1982).

3.11 Análise estatística

O experimento foi analisado de acordo com o delineamento completamente casualizado em parcela subsubdividida com o efeito do tratamento constituindo a parcela, a estação a subparcela e o dia de pastejo a subsubparcela, segundo o modelo matemático:

- Dados meteorológicos:

$$Y_{ijlm} = \mu + T_i + P_{(i)j} + E_k + TE_{ik} + D_l + TD_{il} + ED_{kl} + TED_{ikl} + e_{ijkl}$$

em que

μ = constante geral;

T_i = efeito do sistema i;

$P_{(i)j}$ = efeito do piquete j aninhado ao tratamento i;

E_k = efeito da estação k;

TE_{ik} = efeito da interação do sistema i com a época k;

D_l = efeito do dia de pastejo l;

TD_{il} = efeito da interação do sistema i com o dia de pastejo l;

ED_{kl} = efeito da interação da estação k com o dia de pastejo l;

TED_{ikl} = efeito da interação do sistema i com a estação k e o dia de pastejo l; e

e_{ijkl} = o erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; s^2).

- Dados fisiológicos, morfológicos do pelame, consumo de água e de desenvolvimento ponderal

$$Y_{ijlm} = \mu + T_i + A_{(i)j} + E_k + TE_{ik} + e_{ijk}$$

em que

μ = constante geral;

T_i = efeito do sistema i;

$A_{(i)j}$ = efeito do animal j aninhado ao tratamento i;

E_k = efeito da estação k;

TE_{ik} = efeito da interação do sistema i com a época k; e

e_{ijk} = o erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; s^2).

- Dados comportamentais

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + A_{(i)j} + E_k + TE_{ik} + D_l + TD_{il} + ED_{kl} + TED_{ikl} + e_{ijkl}$$

em que

μ = constante geral;

T_i = efeito do sistema i;

$A_{(i)j}$ = efeito do animal j aninhado ao tratamento i;

E_k = efeito da estação k;

TE_{ik} = efeito da interação do sistema i com a época k;

D_l = efeito do dia de pastejo l;

TD_{il} = efeito da interação do sistema i com o dia de pastejo l;

ED_{kl} = efeito da interação da estação k com o dia de pastejo l;

TED_{ikl} = efeito da interação do sistema i com a estação k e o dia de pastejo l; e

e_{ijkl} = o erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; s^2).

Para os dados meteorológicos, considerou-se o efeito do piquete aninhado ao sistema, ao invés do animal aninhado ao sistema. Nas variáveis fisiológicas, consumo de água e morfológicas do pelame, foi excluído o efeito do dia de pastejo. Por fim, as variáveis de desenvolvimento ponderal foram analisadas apenas quanto ao efeito dos tratamentos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por intermédio do programa computacional SAS (*Statistical Analysis System*) versão 8.0, adotando-se nível de significância de 5%. As comparações entre médias foram realizadas pelo Teste t ($\alpha = 5\%$).

Apenas para o sistema com sombreamento foi realizada análise descritiva dos dados onde, tanto para os atributos comportamentais como para os meteorológicos foram representados graficamente empregando-se o percentual de atividade realizada a cada hora no intervalo de 12 horas diárias por estação do ano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos meteorológicos

É consensual o fato de que alguns elementos ambientais como temperatura, umidade, e movimentação do ar, radiação solar, agentes patógenos, e outros impõem, de maneira conjunta ou isolada, certo grau de desgaste aos animais, o que pode ser avaliado por disfunções na homeotermia e, conseqüentemente, na eficácia da produção. Estes animais, por sua vez, acionam mecanismos de ajustes fisiológicos, bioquímicos e comportamentais, no sentido de promover adaptação a este ambiente (YOUSEFT, 1985; BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994; NÄÄS, 1995).

Na Tabela 2 estão apresentados os valores das variáveis meteorológicas encontradas no período da manhã.

4.1.1 Temperatura do ar no período da manhã (9 horas)

Segundo McDowell (1972), a temperatura do ar é, provavelmente, o fator bioclimático isolado mais importante no meio físico do animal. No entanto, no presente trabalho apresentou valores amenos para os dois sistemas, onde na estação de primavera foram encontrados maiores valores; mesmo assim, os valores registrados às 9 horas não foram considerados fora da zona de conforto térmico para animais mestiços, onde a zona de conforto térmico (ZCT) está limitada pela temperatura crítica superior, variando entre 30 e 35 °C (BACCARI JR., 1998).

Tabela 2 – Médias das variáveis meteorológicas e índices de conforto térmico, nos sistemas com sombreamento e braquiária, registrados no período da manhã (9 horas)

Estação	Sistema		
	Com sombreamento		Braquiária
	Sombra	Sol	Sol
Temperatura do ar (°C)			
Outono	20,00	20,00	20,00
Inverno	17,75	19,62	19,62
Primavera	24,50	25,00	25,00
Verão	22,25	23,00	23,00
Carga térmica radiante (W.m ²)			
Outono	456,87	524,73	667,77
Inverno	467,88	623,59	685,26
Primavera	507,10	623,54	669,61
Verão	475,91	567,04	554,35
Índice de temperatura de globo e umidade (adimensional)			
Outono	70,10	75,22	84,79
Inverno	68,60	77,68	80,78
Primavera	74,44	82,35	79,40
Verão	71,11	76,79	75,47
Pressão parcial de vapor (Kpa)			
Outono	2,01		2,01
Inverno	2,01		1,99
Primavera	2,04		2,00
Verão	2,33		2,31

4.1.2 Carga térmica radiante no período da manhã (9 horas)

A carga térmica radiante está intimamente ligada às trocas térmicas por radiação entre o animal e o ambiente, que segundo Silva (2000), em muitos casos, fazem a diferença entre um ambiente tolerável e outro insuportável.

Verificou-se que a carga térmica radiante neste estudo apresentou valores baixos, favoráveis ao conforto térmico dos animais, conforme Morais (2002), que adverte que em ambientes tropicais esse índice deve ser o mais baixo. O maior valor de CTR foi verificado no inverno no sistema braquiária (685,26), provavelmente porque neste período a nebulosidade é mais baixa, permitindo que maior quantidade de radiação solar direta chegue à superfície local.

4.1.3 Índice de temperatura de globo e umidade no período da manhã (9 horas)

Em se tratando de ITGU foram encontradas maiores médias no sistema braquiária na estação de outono (84,79), quando comparadas às demais estações do ano, apresentando valor na qual é considerado como situação de emergência, conforme relata Baêta (1985), e que alguma atitude deve ser tomada para amenizar o desconforto térmico dos animais. Pode-se observar, também, neste sistema, que para estação de inverno e primavera este índice também permaneceu alto, apresentando valores de (80,78 e 79,40), respectivamente, caracterizando, desta forma, situação de perigo. Na primavera, o sistema sombreado também mostrou um índice com valor de (82,35), dentro da mesma situação. Provavelmente, estas respostas foram influenciadas pelos valores de CTR de sol serem altos nesta época do ano, onde a radiação solar também influencia no resultado deste índice.

4.1.4 Umidade do ar no período da manhã (9 horas)

Maiores valores de umidade do ar (PPV) foram obtidos no sistema sombreado, sendo mais expressivos durante o verão, que certamente contribuiu para diminuição da temperatura ambiente.

4.1.5 Temperatura do ar no período da tarde (15 horas)

Os valores em geral encontrados no período da tarde (Tabela 3) foram mais altos do que os registrados no período da manhã, o que justifica a necessidade de manejo ambiental para melhor conforto térmico dos animais. No outono e no inverno o fornecimento de sombra reduziu menos do que na primavera. No verão, a temperatura do ar foi menor que na primavera, época esta de maior precipitação na região, com maior nebulosidade, o que faz com que chegue uma menor quantidade de radiação à superfície.

Tabela 3 – Média das variáveis meteorológicas e índice de conforto térmico nos sistemas com sombreamento e braquiária, registrados no período da tarde (15 horas)

Estação	Sistema		
	Com Sombreamento		Braquiária
	Sombra	Sol	Sol
Temperatura do ar (°C)			
Outono	26,25	27,25	27,25
Inverno	26,50	27,25	27,25
Primavera	29,50	31,50	31,50
Verão	27,50	28,37	28,37
Carga térmica radiante (W.m ²)			
Outono	504,62	694,83	703,64
Inverno	499,71	724,68	817,84
Primavera	527,25	633,29	689,56
Verão	533,53	630,18	615,74
Índice de temperatura de globo e umidade (Adimensional)			
Outono	74,19	80,84	90,70
Inverno	73,72	88,99	84,82
Primavera	80,01	84,62	85,51
Verão	78,71	87,77	81,02
Pressão parcial de vapor (Kpa)			
Outono	1,82		2,01
Inverno	2,04		1,58
Primavera	2,38		1,58
Verão	2,42		2,42

4.1.6 Carga térmica radiante no período da tarde (15 horas)

Na maioria dos casos registraram-se valores de (CTR) compatíveis com altos níveis de radiação características de regiões tropicais. A menor média foi registrada no inverno, no sistema sombreado. Porém, no sistema braquiária o valor máximo registrado no inverno, justifica a idéia de que o fornecimento de sombra na pastagem pode ser um eficiente método para minimizar a radiação incidente sobre o animal, melhorando seu conforto térmico. Essa constatação é reforçada pela tendência observada, onde pode ser constatado que em todas as estações do ano o fornecimento de sombra contribuiu para reduzir a CTR.

4.1.7 Índice de temperatura de globo e umidade no período da tarde (15 horas)

Esses valores mostraram-se mais altos quando comparados com os valores de ITGU no período da manhã, mesmo para o sistema com sombreamento, o que era de fato esperado, uma vez que nesse horário maior radiação incidente está presente no ambiente. No entanto, o tratamento possibilitou a redução do ITGU a valores mais próximos dos considerados indicativos de ambiente confortável (até 74). De acordo com valores referidos na literatura por Baêta (1985) e Moraes (2002), onde um ITGU superior a 84 pode ser considerado como situação de emergência para animais leiteiros de alta produção. Bunffington *et al.* (1983) obtiveram correlações mais altas entre ITGU e respostas fisiológicas dos animais do que entre essas mesmas respostas e os elementos climáticos isolados, confirmando ser o ITGU o mais preciso na caracterização do conforto térmico ambiental. No entanto, vale ressaltar a importância de se avaliar as respostas termorreguladoras de animais mestiços, que são maioria do rebanho brasileiro, sobretudo na faixa tropical, justamente por se tratarem de tipos raciais mais tolerantes ao calor nesses diversos ecossistemas.

4.1.8 Umidade do ar no período da tarde (15 horas)

No inverno e na primavera foram registrados os menores valores de umidade no sistema braquiária, possivelmente pelo fato do mesmo não conter árvores, que nesse período podem servir como abrigo contra correntes de ar que promovem redução na temperatura. No verão, a umidade do ar foi mais alta por se tratar também das épocas de maior precipitação pluviométrica na região.

4.2 Atributos fisiológicos

Os valores médios das variáveis referentes aos atributos fisiológicos encontram-se na Tabela 4.

Houve efeito da interação sistema x estação do ano para temperatura retal dos animais ($P < 0,001$), frequência respiratória da manhã ($P < 0,05$), taxa de sudção ($P < 0,05$), temperatura de superfície da manhã e da tarde ($P < 0,001$), entretanto, para frequência respiratória da tarde os sistemas e as estações do ano ($P < 0,001$) foram independentes e significativos.

Tabelas 4 – Médias de temperatura retal, taxa de sudação, frequência respiratória da manhã e da tarde e temperatura de superfície da manhã e da tarde de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária

Sistema ¹																																															
Com Sombreamento												Braquiária																																			
Estação do Ano												Estação do Ano																																			
Outono												Inverno												Primavera												Verão											
Temperatura retal (°C)	40,38	a	A	39,79	b	A	39,34	c	A	39,30	c	B	40,18	a	A	39,48	b	B	39,20	c	A	39,63	b	A																							
Taxa de sudação (g/ cm ² /h)	111	a	B	185	b	A	199	b	A	295	c	B	188	a	A	221	a	A	212	a	A	354	b	A																							
Frequência respiratória da manhã (mov.min)	44	a	A	38	b	B	39	b	B	40	ab	A	40	b	A	46	a	A	45	ab	A	45	a	A																							
Frequência respiratória da tarde (mov.min)	55	a	B	53	a	A	43	b	A	54	a	B	65	a	A	60	a	A	51	b	A	67	a	A																							
Temperatura de superfície da manhã (°C)	26,08	b	B	27,02	b	B	29,84	a	A	29,71	a	B	31,65	b	A	34,28	a	A	31,84	b	A	33,98	a	A																							
Temperatura de superfície da tarde (°C)	23,53	b	B	25,82	b	B	30,01	a	A	28,82	a	B	30,09	bc	A	32,39	ab	A	29,34	c	A	33,67	a	A																							

¹/ Medias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem (P > 0,05) pelo Teste t entre estação do ano dentro de sistema e maiúsculas entre sistema.

A frequência respiratória da manhã (Tabela 4) não foi influenciada pelas estações, talvez porque as condições microclimáticas da pastagem, nesse horário, não tenham variado muito ao longo do ano.

O efeito dos sistemas e das estações do ano sobre a temperatura de superfície foi significativo, independentemente do horário do dia, bem como a interação entre esses fatores. Isto pode explicar a alta sensibilidade dos animais à absorção de radiação solar no ambiente tropical, que se constitui no elemento climático talvez de maior impacto sobre o equilíbrio térmico, influenciando de forma marcante as trocas de energia entre o animal e o ambiente. Assim, esses resultados reforçam a importância de proteger os animais do impacto adverso dos altos índices de radiação solar, em qualquer que seja a estação do ano.

4.2.1 Temperatura retal

No outono e na primavera o fornecimento de sombra na pastagem não influenciou a temperatura corporal dos animais a qual permaneceu alta, devido possivelmente às altas CTR e as temperaturas registradas, que imprimiram certo grau de dificuldade na dissipação de calor corporal, contribuindo para o aquecimento dos animais. Porém, no verão, as novilhas com acesso à sombra, diminuíram a absorção de energia solar e, conseqüentemente, a temperatura corpórea.

Na maioria dos casos, a temperatura retal foi superior à faixa homeotérmica normal, confirmando o aquecimento excessivo dos animais, inclusive no outono e no inverno. Os ajustes fisiológicos e comportamentais realizados pelas novilhas possibilitaram condição de uniformidade da temperatura corpórea. Estes valores estão de acordo com os relatados por Martello (2002), onde novilhas geralmente apresentam na maior parte do dia, temperatura retal maior, quando comparada às vacas. No entanto, Stobbs (1993) relata que os valores variam entre 38 a 39 °C, e no presente estudo a média geral para as novilhas mestiças leiteiras foi de 39,66 °C, indicando, com isso, que os animais não estão obtendo êxito na utilização dos mecanismos termorreguladores para manter a homeotermia, mesmo os que receberam sombra. Estes resultados provavelmente se devem ao fato de que, os animais sofreram um outro tipo de estresse que não o ocasionado pelo ambiente, como, por exemplo, o estresse decorrente do transporte dos animais durante a coleta desta variável.

4.2.2 Taxa de sudação

Cerca de dois terços da termólise evaporativa nos bovinos processa-se por via cutânea, assim uma resposta fisiológica prontamente verificada em condições de estresse térmico é o aumento de atividade de sudorese, para que haja eliminação de calor juntamente com o vapor d'água (SILVA, 2000). No presente estudo, observou-se que as novilhas no sistema braquiária tiveram maior necessidade de termorregulação, uma vez que acionaram em maior grau a termólise evaporativa cutânea ($P < 0,05$) na estação de outono e verão. No entanto, estes resultados foram observados na resposta da temperatura retal apenas para estação de verão, apresentando, deste modo, valores mais baixos. Segundo Pereira (2005), a evaporação é a forma insensível mais eficiente na dissipação do calor corporal, respondendo por aproximadamente 25 % das perdas de calor. A água ao passar do estado líquido para o gasoso (vapor) retira do organismo certa quantidade de calor e essa remoção calorífica resulta em abaixamento da temperatura corporal. Finch *et al.* (1982) avaliaram respostas sudativas, associando-as à temperatura retal, de seis novinhos das raças Brahman, cruzas Brahman x Hereford-Shorthorn (BX), Shorthorn (S), em que foram encontrados os seguintes valores de taxa de sudação: 294, 146 e 194 g/cm²/h, respectivamente. Na comparação entre as raças, verificou-se que a resposta sudativa na raça Brahman foi mais sensível aos aumentos da temperatura retal do que animais BX e S. O resultado permitiu constatar que, nos Zebus, a temperatura retal média foi mais baixa e com menor variação, além de permanecer inalterada diante do calor do ambiente.

No sistema com sombreamento os animais suaram mais no inverno e primavera e, sobretudo no verão; já para os animais na braquiária, a taxa sudativa foi maior apenas para estação de verão. Morais *et al.* (2004) também encontraram valores mais altos de taxa de sudação em bovinos mestiços Holandês-Zebu em pastagem cultivada no período mais quente do ano 346,4 contra 174,9 g/cm²/h para o período de inverno.

4.2.3 Frequência respiratória

Em todas as estações do ano e nos tratamentos durante o período experimental a frequência respiratória (FR) da manhã e da tarde foi superior à considerada normal para bovinos que, segundo Pereira (2005), pode oscilar entre 15 a 30 mov./min, demonstrando que houve necessidade desses animais acionarem a termólise evaporativa respiratória para tentar manter a homeotermia.

Verifica-se também que para frequência respiratória houve acréscimos nas médias dessa variável no período da tarde, o que já era esperado, uma vez que a combinação dos elementos climáticos ocasionou maior grau de desconforto nesse período. Valores em consenso com Barbosa *et al.* (2004), que observaram maior número de frequência respiratória para o período da tarde em vacas com e sem acesso à sombra. Do mesmo modo Aguiar *et al.* (1996), em estudo com vacas holandesas durante o verão, observaram maiores valores de frequência respiratória na parte da tarde. No entanto, no presente estudo, apenas durante o outono, no período da manhã a FR foi maior; no tratamento com acesso ao sombreamento, supostamente por ser uma época em que os animais suaram menos, portanto utilizaram em maior grau a termólise respiratória. Nas demais estações, o fornecimento de sombra na pastagem contribuiu para a redução da FR, provavelmente por melhorar o conforto térmico no ambiente. Essa redução na FR indica que os animais empregaram menos os mecanismos termorreguladores, e isso pode fazer com que haja maior direcionamento de energia da dieta para o crescimento dos mesmos, conforme ressaltam Polastre (1989) e Silva (2000). No período da tarde, invariavelmente em todas as estações, houve maior necessidade de termólise e, quando os animais não dispunham de sombra, este efeito foi maior ($P < 0,05$), como foi o caso do outono, inverno e verão, que certamente devido à maior absorção de radiação direta e difusa, que causa excesso de aquecimento corporal, obrigando esses animais a utilizarem os mecanismos de dissipação do calor excessivo, neste período. Isso reforça a grande importância do manejo ambiental nas regiões tropicais, visando cada vez mais buscar a zona termoneutralidade no espaço ocupado pelos animais, o que certamente terá reflexos positivos no desempenho dos mesmos.

Estes resultados estão em concordância com Carvalho e Olivo (1996), os quais relataram que a indisponibilidade de sombra afetou a FR dos animais, apresentando, desta forma, valores maiores quando comparados aos sistemas com sombreamento. No entanto, Hahn (1999) comenta que, com a frequência respiratória em torno de 60 mov./min, o animal encontra-se com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo, o que foi observado no presente estudo, para os animais com provisão de sombra, onde os números encontrados não ultrapassaram este valor, indicando assim o efeito ambiental positivo sobre os animais. Valores estes compatíveis com os observados por Kawabata (2003), com 45,5 mov./min para animais localizados na sombra e de 54,7 mov./min para animais em sistema isento da mesma.

4.2.4 Temperatura de superfície de pele

Nos ambientes tropicais a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, o que torna ineficazes os mecanismos de transferência térmica por condução e convecção. Em adição à carga térmica radiante, a qual é frequentemente elevada, de modo que a superfície corporal dos animais tende a apresentar temperaturas bastante altas, dependendo da natureza desta superfície (STARLING e SILVA, 1999).

A temperatura de superfície é um indicativo indireto do total de radiação absorvida pelos animais e varia de acordo com a coloração da capa cutânea dos mesmos. Animais cujo pelame é mais escuro, no caso da raça holandesa, possuem maior extensão de epiderme pigmentada (BACCARI JR., 2001). Em condições de pastejo absorvem maiores quantidades de radiação solar e aquecem mais do que os animais predominantemente brancos. Porém, o pigmento melanínico constitui um filtro solar natural que impede a transmissão dessa radiação de ondas curtas (ultravioleta A e B) para as camadas mais profundas da pele, evitando o aparecimento de eritemas e carcinomas cutâneos. Assim, embora os animais aqueçam a superfície, o calor fica retido na camada de pelame, o que facilita sua remoção por evaporação combinada por convecção. Finch (1986) comenta que a temperatura de pele tem forte efeito sobre os tecidos e funções neuroendócrinas, as quais, por sua vez, reduzem a fertilidade, o crescimento, a lactação e a habilidade para trabalhar.

No presente estudo foi observado que tanto pela manhã quanto à tarde os animais que não dispunham de sombra aqueceram mais a superfície da pele por estarem mais expostos à radiação solar difusa, exceto na primavera, onde não surgiu efeito. É oportuno ressaltar que, nesta estação do ano os animais com provisão de sombra passaram o maior tempo em atividades sendo realizadas ao sol (57 %), o que provavelmente contribuiu para esta resposta.

Martello (2002), trabalhando com novilhas Holandês, também observou valores médios de temperatura de superfície de pele superior em tratamento de instalação-controle (apenas sombreamento no cocho), 34,2 °C quando comparado à instalação climatizada 33,4 °C, porém quando comparados com o tratamento com instalação de tela 33,9 °C os valores se equivaleram, mostrando, com isso, que nos horários mais quentes do dia as novilhas não se beneficiaram do sistema de aspersão. Uma explicação possível é que pode ter existido certa dominância, já que cada tratamento constava com a presença de vacas além das novilhas, com disputa pelo espaço no local climatizado,

uma vez que a sombra disponibilizada foi somente a da cobertura do cocho. No presente estudo, verificou-se que este efeito de maior temperatura de pele foi mais marcante no inverno e no verão. Esta resposta é coerente, uma vez que no inverno foi encontrado maior índice de radiação solar, como pode ser observado por meio das normais climatológicas da região (Tabela 1). Justamente por se tratar de uma época onde existe menor nebulosidade e, conseqüentemente, maior incidência de radiação solar para este período, sobre os animais. Embora sendo uma época onde os raios incidentes refletem perpendicularmente à superfície, provavelmente esta isenção de nebulosidade tenha causado um maior efeito, contribuindo para este resultado. Moraes (2002) verificou temperaturas de superfície do pelame maiores nas épocas menos úmidas, devido à maior quantidade de radiação solar que atinge os animais. No entanto, no verão este efeito da radiação solar é menor, portanto maior também foi a temperatura de superfície corporal.

4.3 Atributos morfológicos do pelame

Houve efeito da interação sistema x estação do ano para espessura da capa do pelame ($P < 0,0001$), entretanto a densidade numérica e o comprimento do pêlo foram independentes, sendo que para a densidade numérica e espessura do pelame a estação diferiu ($P < 0,0001$). Uma possível explicação para a variação da espessura da capa do pelame, nas diferentes estações do ano, é que o ângulo de inclinação dos pêlos nos bovinos pode variar consideravelmente ao longo do ano, conforme (MAIA, 2003), promovendo aumento da espessura da capa e maior acúmulo de ar entre as fibras, em situação de frio, bem como diminuição da espessura da capa no calor, favorecendo a termólise. Ribeiro (2005) também chama a atenção que durante a estação fria do ano é comum o aumento da espessura da capa devido o acúmulo de gordura subcutânea no período invernal. No presente estudo foi observado maior espessura durante o inverno (Tabela 5). Para comprimento do pêlo os sistemas ($P < 0,0001$) e estação do ano ($P < 0,01$) mostraram-se significativos.

Tabela 5 – Médias de densidade numérica, comprimento dos pêlos e espessura da capa do pelame de novilhas leiteiras em sistema com sombreamento e braquiária

Sistema ¹								
Com Sombreamento					Braquiária			
Densidade Numérica (cm ²)	1021 a				975 a			
Comprimento de pêlo (cm)	1,82 a				1,59 b			
Estação do Ano ¹								
	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
Densidade Numérica (cm ²)	1095 ab		1152 a		744 c		1000 b	
Comprimento de pêlo (cm)	2,12 a		2,10 a		1,47 b		1,13 c	
Sistema ²								
Com Sombreamento					Braquiária			
Estação do ano					Estação do ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Espessura (mm)	5,16 bA	10,01 aA	5,40 bA	4,97 bA	6,85 aA	7,06 aB	4,57 bA	3,98 bA

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem (P > 0,05) pelo Teste t entre sistema e estação do ano.

^{2/} Médias seguidas de letras maiúscula na mesma linha não diferem (P > 0,05) pelo Teste t para estação do ano entre sistema.

4.3.1 Densidade numérica

A densidade numérica dos pêlos (número/cm² de pele) é um aspecto importante para manutenção da homeotermia e tem efeito direto sobre o balanço térmico, pela sua influência sobre o ganho de calor da radiação solar e sobre a perda de calor por convecção e evaporação (PEREIRA, 2005).

Pode-se verificar que as médias de densidade numérica foram semelhantes entre os sistemas. O comportamento anual dessa característica reforçou a observação realizada por Pinheiro (1986), na qual ficaram estabelecidas duas mudas de pelame anualmente, realizadas no outono e na primavera, conseqüentemente ocasionando menores densidades nessas estações, em comparação com o inverno e verão. Segundo Maia *et al.* (2003), quanto menor o número de pêlos por unidade de área mais facilmente o vento penetra na capa, removendo o ar aprisionado entre os pêlos e favorecendo a transferência térmica. A média geral observada de 1.024 pelos/cm² representa um valor intermediário entre os registrados na literatura brasileira. No Estado de São Paulo, Maia *et al.* (2003), trabalhando com gado Holandês puro, encontraram valores da ordem de 1.568 pelos/cm²; do mesmo modo, Moraes (2002) em vacas cruzadas com Holandês, no sertão central do Ceará, região de clima quente e seco na maioria do ano, com alta incidência de radiação solar. É possível que haja tendência ao desenvolvimento de pelames mais densos em animais nativos de clima tropical, pois a capa externa está associada à proteção mecânica, e um pelame com maior número de fibras, principalmente se estas forem grossas, pode facilitar a dissipação de calor por condução. Porém deve-se associar a densidade a outras características como comprimento dos pêlos e espessura do pelame, para que sejam melhores promovidas às perdas convectivas e evaporativas, resultando em balanço de termólise compatível com as condições homeotérmicas do animal (SILVA, 2000).

4.3.2 Comprimento dos pêlos

O comprimento dos pêlos variou ($P < 0,05$) com o sistema, porém é pouco provável que o fornecimento de sombra por si só tenha induzido a esta resposta. Observando as médias de comprimento dos pêlos (CP), percebe-se que a média geral de 1,67 cm representa ainda um valor alto para animais criados em região tropical. As novilhas que tiveram acesso à sombra apresentaram pêlos bastante compridos, o que

poderia dificultar a termólise por evaporação, combinada com a convecção. Entretanto, mesmo os animais totalmente expostos ao sol (sistema braquiária) apresentaram pêlos longos se comparados aos observados por Borges (1985) e Maia (2003), cujos valores foram de 1,12 e 1,25 cm, respectivamente em gado Holandês puro. Moraes (2002) registrou CP do pêlo de 1,16 cm em gado leiteiro, ou seja, as vacas já nasceram e eram descendentes de vacas criadas em clima quente. Portanto, os pêlos curtos foram obtidos ao longo de algumas gerações, certamente sofrendo pressão ambiental e seleção artificial, que resultou no favorecimento de animais com pêlos mais curtos e melhores adaptados às altas temperaturas constantes na região, ao longo do ano. Analisando as diferenças entre as estações, percebe-se a clara tendência dos pêlos serem mais longos no outono e no inverno, para ajudar o animal a reter calor, tolerando assim as temperaturas mais baixas. Estes valores estão de acordo com Silva *et al.* (1988) em dois rebanhos Jersey no Estado de São Paulo, que observaram que o comprimento dos pêlos aumentava em abril, diminuindo bruscamente em outubro. Turner e Scheleger (1960) também observaram um comprimento máximo de pêlos de bovinos no outono ($> 2,5$ cm) e mínimo no meio do verão (0,8 cm). Nicolau *et al.* (1993) fizeram observações similares em gado Caracu, na zona serrana de Minas Gerais. Após a muda de primavera, os pêlos nasceram consideravelmente mais curtos no período de verão (1,13 cm), o que condiz com o fato de que, nesta época, um menor comprimento se faz necessário, por maiores temperaturas ocorrentes. Esses dados estão em concordância com Pinheiro (1996), Udo (1978) e Maia (2003), que também observaram pêlos menores na estação de verão.

4.3.3 Espessura da capa externa

Podem-se observar as médias de espessura da capa externa de pelame (EP) respeitando a interação ($P < 0,05$) entre tratamento e estação do ano. No outono e, sobretudo no inverno, a capa foi bem mais espessa do que na primavera e no verão. Essa resposta é justificada, já que maiores comprimentos dos pêlos foram registrados nessas duas estações. A mesma tendência foi verificada por Moraes (2002), que obteve correlação positiva e significativa ($r = 0,56$) entre espessura de capa e comprimento dos pêlos, confirmando que a combinação entre essas variáveis pode melhorar o conforto térmico do animal. Assim, quando os pêlos foram maiores a capa de pelame também foi mais espessa. Isto também pode ser explicado pelo maior ângulo de inclinação dos

pêlos, conforme discute Maia (2003), que geralmente é verificado em condições de temperatura mais baixa, com o objetivo de reter uma camada de ar entre as fibras de pêlos, a qual funciona como isolante térmico. No caso do presente estudo, na primavera e no verão, os pêlos além de mais curtos podem ter sido também mais assentados, contribuindo para diminuir a espessura da capa e, conseqüentemente, a camada de ar retida próximo à epiderme. Assim pelames menos espessos, com pêlos mais curtos são a combinação ideal para animais em condições de altas temperaturas. Estes valores estão de acordo com Nicolau *et al.* (2004), que encontraram valores de pelame mais espesso nos meses mais frio do ano (maio 4,52 mm e julho 4,13 mm) do que na primavera (outubro 3,72 mm) e verão (fevereiro 3,23 mm). Da mesma forma, Veiga *et al.* (1964) também obtiveram menor espessura de capa no verão que no inverno, em animais mestiços azebuados e para as raças Jersey e Holandês. Porém, neste trabalho, apesar desta mesma diferença observada entre estações, estes valores mostraram-se maiores do que os já citados em literatura, onde a média geral foi de 6,17 mm. Esta diferença talvez se deva às diferenças na metodologia das coletas e regiões do corpo dos animais. Pequena espessura de capa e alta densidade dos pêlos são características favoráveis nos meses mais quentes do ano, uma vez que, serve de proteção contra a radiação solar, facilitando deste modo a realização da termólise (VILLARES, 1986; SILVA, 1988; VIANA, 1990).

4.4 Desenvolvimento ponderal

Os dados referentes as variáveis de desenvolvimento ponderal encontram-se na Tabela 6.

O ganho de peso médio diário dos animais durante todo o período experimental foi de 0,460 kg diário, sendo que os animais do sistema com provisão de sombra obtiveram ganho de 0,465 kg diário e os de braquiária 0,454 kg diário, apesar de não ter surgido efeito de ganho de peso entre os sistemas, houve efeito na variável de condição de escore corporal ($P < 0,05$), mostrando melhor condição de escore para o sistema com sombreamento, em que a quantidade de forragem disponível foi semelhante para ambos os sistemas, confirmando então o efeito ambiental sobre esta variável.

No entanto, como o peso dos animais por si só não é a melhor medida isolada para se determinar o *status* nutricional dos animais, em que o escore, desta forma, se torna uma medida relevante como estratégia para maximizar a futura produção de leite (SANTOS *et al.*, 2001).

Tabela 6 – Dados de desempenho de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária

Variáveis	Sistema ¹	
	Com sombreamento	Braquiária
Peso inicial	180,30 a	179,40 a
Peso final	310,50 a	306,70 a
Perímetro torácico inicial	199,00 a	198,00 a
Perímetro torácico final	317,90 a	314,30 a
Escore inicial	2,41 a	2,46 a
Escore final	3,12 a	2,99 b
Altura cernelha inicial	1,05 a	1,03 a
Altura cernelha final	1,24 a	1,20 a

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo Teste t.

4.5 Consumo de água

Os dados referentes à quantidade de água consumida pelas novilhas leiteiras e à temperatura da água encontram-se nas Tabela 7 e 8.

O consumo de água foi maior no sistema de braquiária ($P < 0,05$), valor este em acordo com os encontrados por Santos *et al.* (2004), não havendo diferença entre as estações do ano. Talvez pela época quente se tratar de uma estação em que a disponibilidade de pasto foi maior, portanto, maior presença de água na pastagem, fazendo com que o consumo de água se mantivesse normal. Quanto à diferença entre os sistemas, estas respostas são coerentes, uma vez que os animais sem disponibilidade de sombreamento estavam mais dispostos à radiação solar direta sobre sua superfície, acarretando maiores perdas evaporativas de água via sudorese e, ou, frequência respiratória, respostas em consenso com Bennedet (1996). Segundo Curtis (1981), existe um incremento na ingestão de água quando o calor aumenta. Como no sistema braquiária maiores valores de CTR foram observados, no entanto, maior perda de água corpórea, ocorreu nas novilhas isenta de sombreamento, já que o tipo de forragem consumida foi a mesma, para ambos os sistemas.

Normalmente os animais preferem consumir água com temperatura entre 25 e 30 °C, com tendência em diminuir seu consumo quando sua temperatura está abaixo de 15 °C (CAMPOS, 2003). No presente estudo, estes valores encontravam-se em graus um pouco abaixo da preferência pelos animais citados em literatura (Tabela 8). Portanto, é pouco provável que este tenha interferido no consumo dos animais. O

Tabela 7 – Valores médios relativos à quantidade de água consumida em litros (L)/dia, por sistema e por animal de novilhas leiteiras em sistema com sombreamento e braquiária

Variáveis	Sistema ¹	
	Com sombreamento	Braquiária
Total (L)	71 b	86 a
Individual (L)	14 b	17 a

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo Teste t.

Tabela 8 – Valores médios de temperatura da água em sistema com sombreamento e braquiária nas diferentes estações do ano

Variáveis	Sistema ¹	
	Com sombreamento	Braquiária
Estação fria (°C)	20,16 cB	22,14 bA
Estação quente (°C)	24,58 aA	24,11 aA

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo Teste t.

sistema de braquiária, na estação fria, mostrou maior grau de temperatura de água ($P < 0,05$), não havendo diferença entre sistemas na estação quente. Todavia, houve diferença entre as estações do ano dentro dos mesmos sistemas ($P < 0,05$).

4.6 Atributos comportamentais em pastejo

Os dados das variáveis meteorológicas referentes ao comportamento dos animais em pastejo encontram-se na Tabela 9.

Não houve diferença para CTR e ITGU medidos ao sol entre sistemas e estações do ano e sua interação, sistema x estações do ano. Entretanto, houve diferença para CTR e ITGU, medidos à sombra, no sistema com sombreamento, quando comparadas às mesmas variáveis medidas ao sol, no sistema braquiária, com menores valores observados à sombra de 451 W.m⁻² e 70,78 no sistema sombreado, contra 510 W.m⁻² e 78,24 de CTR e ITGU ao sol, respectivamente. A interação mostrou-se significativa (Tabela 9) mostrando, com isso, que o ambiente sombreado apresentou valores mais amenos de CTR para todas as estações do ano, sendo que no sistema braquiária o outono foi a estação em que a CTR apresentou seu maior valor ($P < 0,05$).

Tabela 9 – Valores de carga térmica radiante (CTR/W.m⁻²) à sombra e ao sol, em sistemas com sombreamento e braquiária, respectivamente

Sistema	Estação do Ano ¹			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Com sombreamento CTR à sombra	440 aB	445 aB	463 aB	458 aB
Braquiária CTR ao sol	661 aA	604 bA	603 bA	572 bA

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha, não diferem ($P > 0,05$) pelo Teste t entre estações do ano e maiúsculas na coluna entre sistema.

Os valores referentes às atividades médias de tempo em pé e deitado encontram-se na Tabela 10.

Os animais permaneceram mais tempo em pé ($P < 0,05$) no sistema braquiária em todas as estações do ano, exceto na primavera, onde o tempo foi menor. Diante disso, pode-se considerar que o sistema sombreado teve efeito sobre o conforto térmico das novilhas, uma vez que nesta posição os animais dissipam calor por meio de convecção, através da exposição ao vento, fazendo as trocas entre o animal e o meio (SHULTZ, 1983). Portanto, Miller (1994) também observou que vacas sem acesso à sombra permaneceram mais tempo em pé quando comparadas às vacas com provimento da mesma, concluindo que essa atividade é influenciada pelas condições ambientais e pelas atividades de alimentação. Entretanto, no presente estudo estas respostas referem-se somente à condição ambiental, uma vez que a atividade de pastejo não fez parte da análise. Vale ressaltar que menores valores de ITGU foram observados, e dentro dos índices de conforto (até 74) no sistema com sombreamento, comprovando a eficiência do mesmo.

Analisando o efeito da estação do ano sobre o tempo em que os animais permaneceram em pé (Tabela 10), só houve diferença ($P < 0,05$) para o sistema braquiária, com menor valor na primavera, enquanto nas demais estações esta diferença não foi verificada. Esta resposta difere de alguns resultados (ARMSTRONG, 1993; PIRES, 1997; WERNECK, 2001; LEME, 2005), em que vacas leiteiras procurando aumentar a perda de calor na época quente permaneceram por mais tempo na posição em pé. Este resultado parece um tanto quanto surpreendente, uma vez que maiores temperaturas foram encontradas neste período do ano e tampouco a CTR e ITGU (Tabela 10) mostraram-se menores quando comparadas às demais estações, exceto no outono para CTR, que apresentou maior valor. Uma plausível explicação para este comportamento é que na primavera foi verificada uma menor umidade do ar (66%)

Tabela 10 – Tempo médio, em minutos, por novilhas leiteiras na posição em pé e deitado, excluindo o tempo de pastejo, em sistema com sombreamento e braquiária

	Sistema ¹							
	Com Sombreamento				Braquiária			
	Estação do Ano				Estação do Ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Em pé	147 aB	146 aB	134 aA	141 aB	206 aA	181 aA	82 bB	198 aA
Deitado	109 bA	104 bA	89 bB	212 aA	117 bA	116 bA	137 aA	147 aB

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem ($P > 0,05$) pelo Teste t, entre estação do ano dentro de sistema e maiúsculas entre estação do ano entre sistema.

possibilitando às novilhas executarem com eficiência a sua termólise, apresentando, desta forma, menor temperatura retal e de superfície de pele, como pode ser observado na Tabela 4, não se sentindo assim em desconforto térmico, permitindo permanecer menos tempo em pé. As novilhas permaneceram mais tempo deitadas ($P < 0,05$) durante o verão no ambiente sombreado. Johnson e Strack (1992) relatam que ao assumirem a posição deitada os animais mostram frequentemente conforto térmico, corroborando com Blackshaw e Blackshaw (1994), os quais afirmam que em dias quentes o gado gasta mais tempo deitado em ambiente sombreado.

No sistema braquiária, o maior tempo deitado ($P < 0,05$) ocorreu na primavera e verão, não diferindo nas demais estações do ano. No verão, embora a maioria das variáveis fisiológicas mostrou valores fora dos recomendados, acredita-se que as novilhas preferiram esta posição, por se tratar de um período de grande nebulosidade e precipitação observado na região, uma vez que o solo úmido em conjunto com o pasto podem ter criado um microclima favorável para amenizar o calor corporal. Estas afirmações estão em concordância com McFarland (1999) e Santos (1999). Bovinos em ausência de sombra ou quantidade insuficiente desta, buscam imersão em água, rolam-se na lama, para minimizar o estresse pelo calor por meio de condução. Através da transferência de calor pelo contato direto, por meio de superfícies de substâncias sólidas e, ou, líquidas entre regiões com temperaturas diferentes.

Os valores referentes às atividades de pastejo, ruminação e ócio encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Tempo médio, em minutos, por novilhas leiteiras nas atividades de pastejo, de ruminação e de ócio, em sistema com sombreamento e braquiária

	Sistemas ¹							
	Com sombreamento				Braquiária			
	Estação do ano				Estação do ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Pastejo	475 aA	480 aA	507 aA	375 bA	407 bcB	432 bB	511 aA	384 cA
Ruminação	161 aA	81 bA	103 bA	170 aA	102 bB	77 bA	89 bA	146 bA
Ócio	95 bB	169 aB	120 bA	184 aA	222 aA	221 aA	130 bA	200 aA

^{1/} Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste entre as estações do ano dentro de sistema e maiúscula entre estações do ano entre sistema.

Observa-se que embora na primavera e no verão, não houve diferença entre os sistemas, os animais com acesso à sombra passaram mais tempo pastando e menos tempo em ócio ($P < 0,05$), o que está em acordo com Viegas *et al.* (2002), indicando, desta forma, que o ambiente interferiu na busca por alimento. Com relação à ruminação, o maior tempo encontrado nesta atividade, só foi significativa ($P < 0,05$) no outono, no sistema sombreado. Época que coincide justamente com maior valor de CTR de sol para o sistema braquiária (Tabela 9). No entanto, é muito provável que animais em desconforto ambiental possam diminuir o tempo de ruminação na tentativa de diminuir o calor interno ocasionado pelo ambiente. Segundo Welch (1982), a eficácia de ruminação é importante no controle de utilização dos volumosos, assim um animal que pode ruminar mais volumosos durante este período de tempo consome mais e pode ser mais produtivo. Esse maior tempo das atividades de pastejo e ruminação, observados no sistema com sombreamento, pode ter sido decorrente do conforto térmico resultante da presença de árvores que permitiram menor incidência da radiação solar direta sobre os animais, refletindo em menores valores de CTR de sombra (Tabela 9) que, provavelmente ocasionou um microclima favorável neste ambiente, uma vez que a quantidade de pastagem entre os sistemas testados foi semelhante.

Os animais nas horas mais quentes do dia procuram pela sombra em resposta ao estresse térmico pelo calor (FINDLAY, 1950; HAFEZ, 1973; FRASER e BROOM, 1997; SILANIKOVE, 2000), deixando de exercer outras atividades importantes como o pastejo, o que explica o menor tempo de pastejo e o maior tempo de ócio observado para os animais nos piquetes isento de árvores. A sombra pode reduzir em 30 % ou mais a carga de calor radiante conforme (PARANHOS DA COSTA e CROMBERG, 1997). Com o desconforto térmico os animais diminuem o tempo de ruminação, pastejo e outras atividades na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico. O que está de acordo com observações de Leme *et al.* (2005), os quais verificaram mudança de comportamento para reduzir a produção de calor endógeno na tentativa de amenizar o estresse calórico. Os animais exercem uma espécie de plasticidade comportamental, desenvolvendo muitas vezes um próprio modelo circadiano de comportamento, adaptando-se ao ambiente em questão.

Apesar de a primavera ser a estação de maiores valores de temperaturas ambiente (Tabelas 2 e 3) encontrado na região, Fuquay (1981) relata que, quando a temperatura ambiente excede a temperatura crítica superior, ou seja, acima de 25-27 °C, o gradiente de temperatura torna-se pequeno para que o resfriamento não evaporativo

seja efetivo. Neste caso, o animal tem que lançar mão de mecanismos evaporativos para manter o balanço térmico. Esse fato pode ter ocorrido na primavera, quando os animais lançaram utilizaram mecanismos evaporativos, via sudorese e, ou, respiração, para dissipação de seu calor corpóreo. Além disso, como já mencionado anteriormente, esta estação também foi época de menor ($P < 0,05$) umidade (66,72 %), confirmando a eficiência dos mecanismos evaporativos, não necessitando, desta forma, diminuir o tempo de pastejo diurno pelos animais, conforme Shearer e Beed (1990), o grande obstáculo da umidade do ar que, quando alta, provoca saturação do vapor d'água e impede as perdas evaporativas. É importante ressaltar que apesar do menor tempo de pastejo encontrado no verão, para ambos sistemas, e a quantidade de forragem disponível nesta estação foi semelhante à primavera (Tabela 9A, Apêndice), é possível que as novilhas tenham recompensado este tempo de pastejo durante a noite, talvez até pelo fato de grande precipitação neste período do ano.

A atividade de ócio foi mais expressiva justamente no sistema braquiária ($P < 0,05$), nas estações de outono e inverno, o que está em concordância com Viegas *et al.* (2002). No entanto, na primavera e no verão não houve efeito entre os sistemas. Este comportamento é justificável, onde no sistema braquiária os animais permaneceram por um maior período de tempo na ociosidade devido ao maior desconforto térmico. Sob a radiação solar direta, diminuíram as demais atividades na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico. Leme *et al.* (2005) enfatizam que existe um efeito de mudança de comportamento para reduzir a produção de calor endógeno, na tentativa de amenizar o estresse calórico.

Para o período de observação comportamental em exclusivo ao sistema com sombreamento (entre 6 e 18 horas), encontra-se na Figura 1 os valores referentes à temperatura e pressão parcial de vapor nas diferentes estações do ano.

Em relação aos dados de CTR, maiores valores foram verificados no outono (Figura 2), ocorrendo no período das 11 às 13 horas (784,75 e 849,49 W.m^{-2}); com uma queda neste intervalo (Tabela 1A, Apêndice), para o inverno das 11 às 14 horas (747,42 e 759,01 W.m^{-2}), onde os valores de ITGU no outono (Figura 2) acompanharam o mesmo comportamento que a CTR, com valores (86,68 e 90,57) para primavera das 11 às 13 horas com CTR igual a (680,52 e 731,37), não havendo queda para ITGU (85,89) neste intervalo, para esta estação do ano. No entanto, para o período de verão verificou-se maior valor das 12 às 13 horas de (704,08 e 718,13 W.m^{-2}) para CTR e (86,81 e 85,79) para ITGU, sendo que foi uma estação em que as variáveis climáticas apresentaram-se de

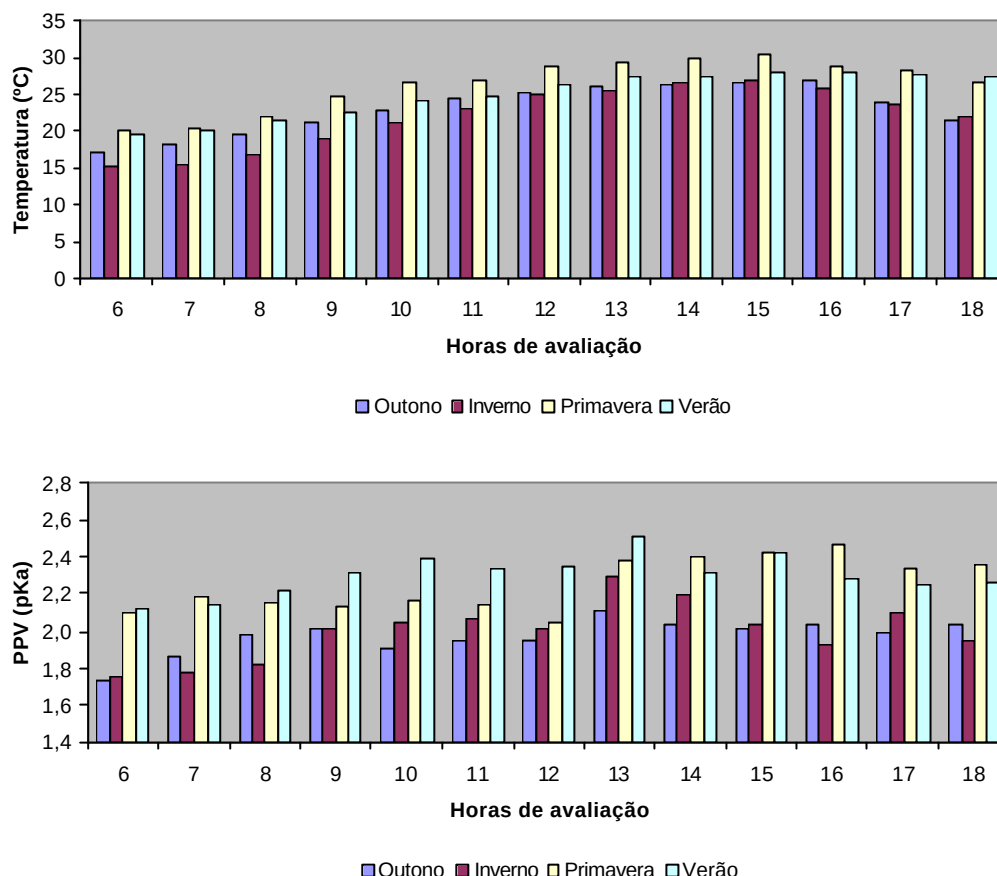


Figura 1 – Temperatura e pressão parcial de vapor (PPV) no sistema com sombreamento, em função das estações do ano.

forma mais uniforme, talvez por se tratar de uma época de muita precipitação e nebulosidade observadas na região. Os menores valores ocorreram às 6 e às 18 horas para todas as variáveis climáticas. Esses foram os horários de maiores valores de ITGU de sol citados acima, sendo que os de sombra também mostraram seus valores em ascensão, entretanto com valores inferiores aos de sol, mas considerados esta situação de perigo (até 84), enquanto os ITGU de sol já caracterizam situação de emergência (acima de 84).

Quanto às atividades comportamentais executadas pelos animais exclusivamente no sistema sombreado, pode-se observar (Figura 3) que, durante o outono, as novilhas mantiveram-se à sombra por um período mais expressivo nos horários em que os valores de CTR de sol e ITGU de sol mostraram-se mais elevados (Tabela 1A, Apêndice), dando preferência às atividades de ruminação e ócio (Tabela 3A, Apêndice), valores estes que corroboram com Van Soest (1994) e Almeida *et al.* (2004). Ressalta-se que embora a condição à sombra muitas vezes não fosse de conforto térmico

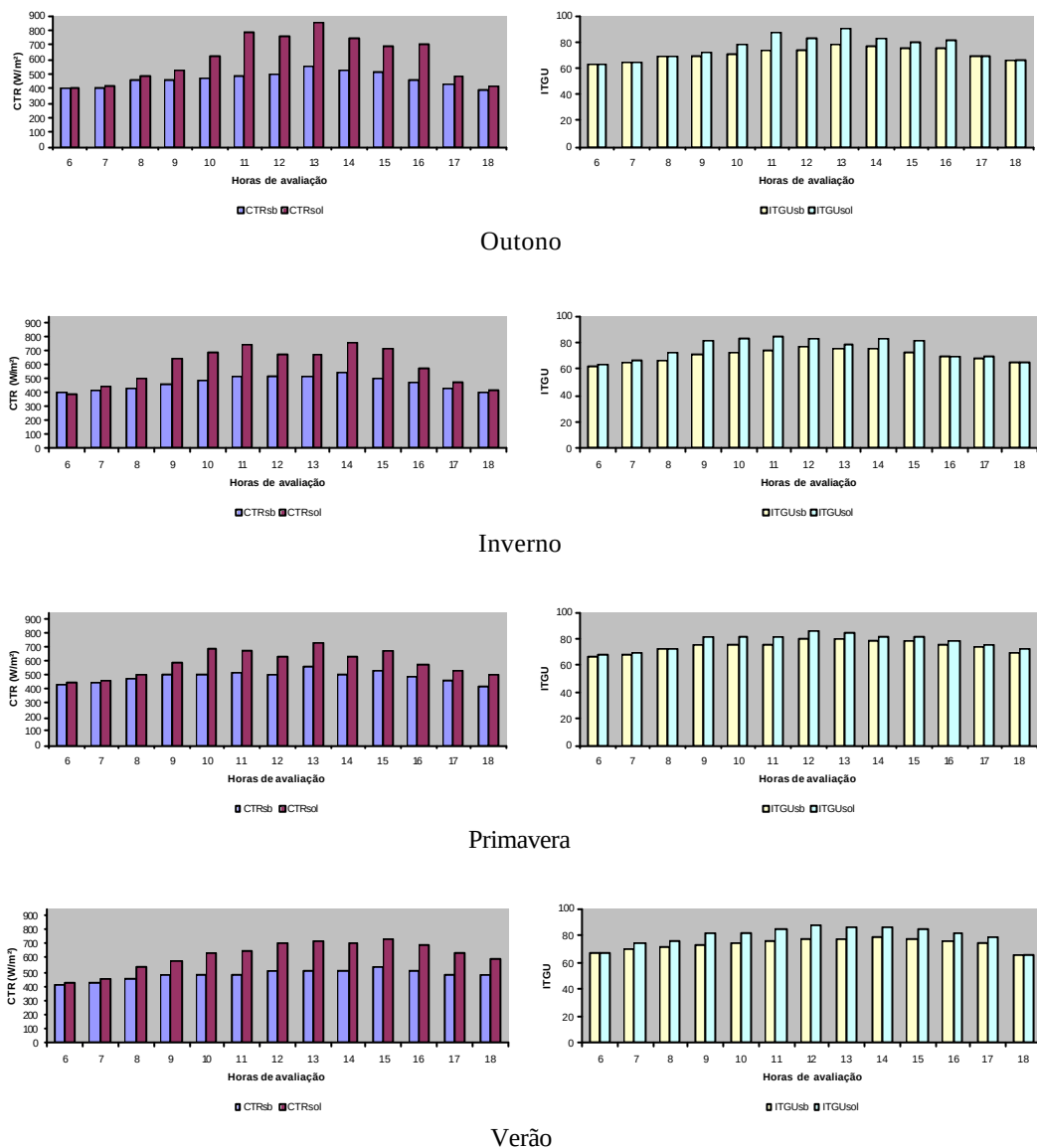
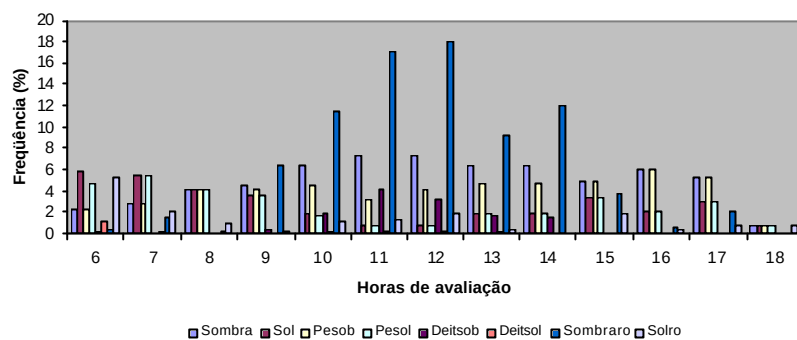
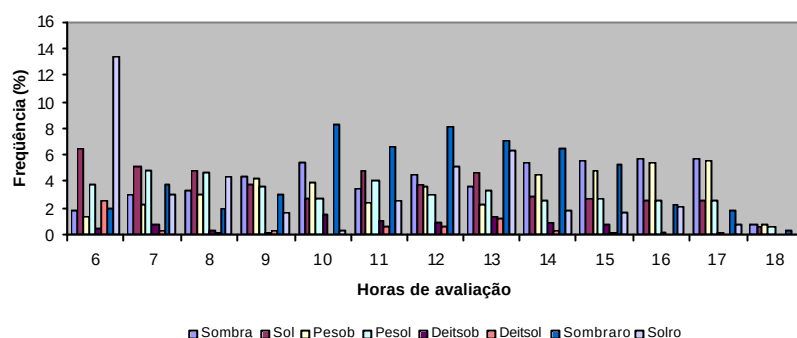


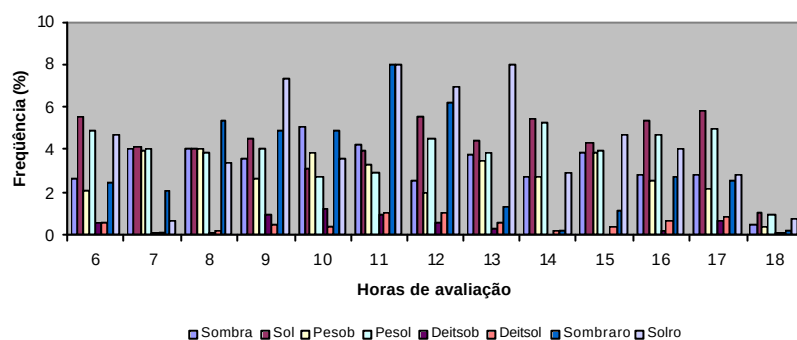
Figura 2 – Carga térmica radiante (CTR) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) à sombra e ao sol no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano.



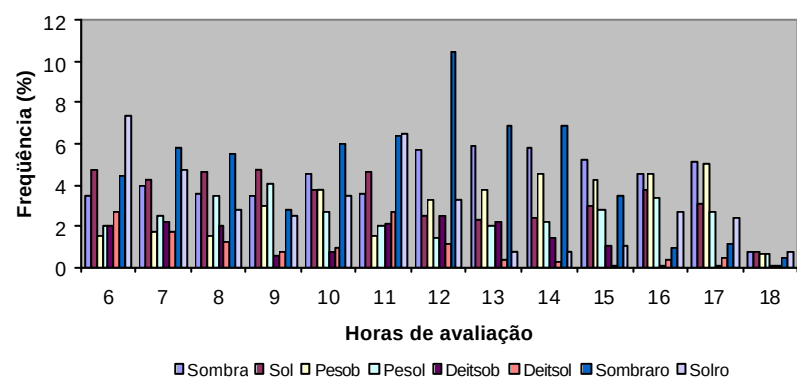
Outono



Inverno



Primavera



Verão

Figura 3 – Frequência de tempo à sombra (sombra), ao sol (sol), em diferentes posições (em pé à sombra-Pesob; em pé no sol (Pesol); deitado à sombra-Deitsob; deitado ao sol-Deitsol) e atividades (ruminação e ócio à sombra-Sombraro; ruminação e ócio ao sol-Solro), realizadas por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano.

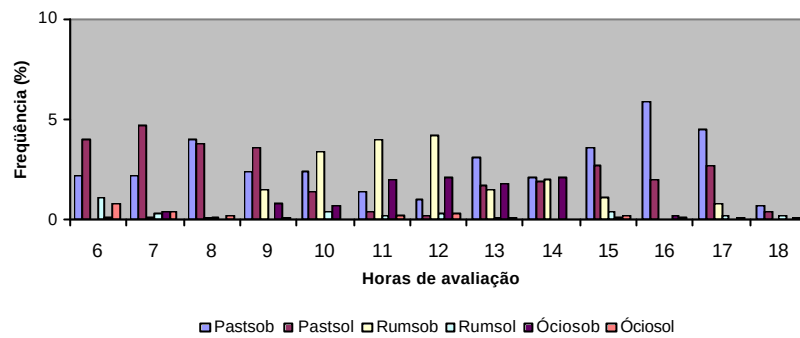
(ITGU 74), provavelmente era menos estressante quando comparada à condição ao sol. Este mesmo comportamento destas variáveis se confirmou para as demais estações do ano. No entanto, muitas vezes estas atividades efetivaram-se, não necessariamente no maior pico das variáveis climáticas em questão, como foi o caso para a estação de primavera (Figura 3). Estes resultados estão em concordância com Fraser e Broom (1997), em que ressaltam que nas horas mais quentes do dia os bovinos preferem ruminar ou permanecer em ócio (descansar) e evitam alimentar-se nesses horários. Diante destas respostas observadas pelos animais, confirmam a necessidade de abrigo, nestas horas mais quentes do dia.

Em se tratando da permanência ao sol no outono (Figura 3) foi verificado um pico ao amanhecer, às 6 horas da manhã com maior opção pela posição deitada (Figura 3); horário este que coincide com menor CTR de sol (408 W.m^{-2}) e ITGU de sol (62,58) (Figura 2 e Tabela 1A, Apêndice).

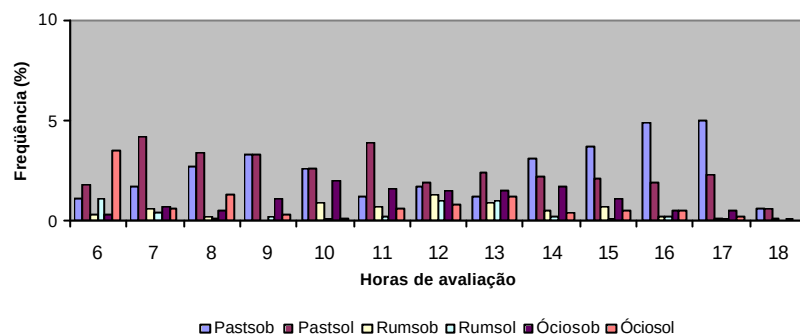
Os animais optaram por efetuar as atividades de ruminação e ócio ao sol (Figura 4 e Tabela 3A, Apêndice) nestes horários do nictêmero. No inverno constatou-se o mesmo comportamento (Figura 4), porém cabe ressaltar um outro pico de ruminação ocorrido no horário das 12 às 13 horas; pico este que coincidiu justamente com menores valores de CTR e ITGU de sol, respectivamente (670 W.m^{-2}) e (79) (Figura 2), quando comparado ao outono (849 W.m^{-2}) e (90,57) (Figura 2).

Os animais comportaram-se do mesmo modo quanto à permanência ao sol também para primavera e verão, onde acompanharam os decréscimos de CTR e ITGU (Figura 3 e Tabela 2A, Apêndice). Porém, a primavera foi a única estação em que a permanência ao sol sobressaiu-se a de sombra (Figura 3) com 57,72 % e a ruminação (Figura 4 e Tabela 3A, Apêndice) foi executada com picos em horários mais quentes.

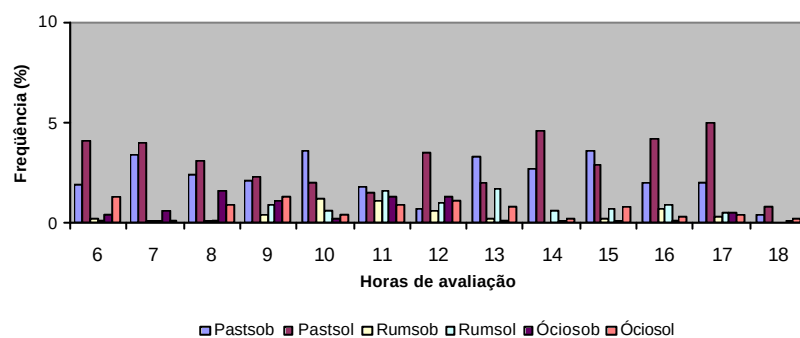
Em relação à posição em pé e deitado à sombra e ao sol (Figura 3 e Tabela 2A, Apêndice), maiores valores foram verificados na sombra para ambas as posições, em todas as estações do ano, exceto na primavera, onde este resultado inverteu-se; a posição em pé na sombra na primavera (Figura 3) foi mais relevante no horário das 10, 13 e 15 horas, que ocorreram os maiores valores de CTR e ITGU de sol (Figura 2), respectivamente ($681, 731 \text{ e } 673 \text{ W.m}^{-2}$) e (82,30, 85,89 e 82,24). Para posição deitada à sombra (Figura 3) um pico alto ocorreu com valor de CTR de sol (Figura 2) também alto, porém não necessariamente no seu maior pico, e foi verificado também que conforme iam diminuindo os valores de CTR de sol, as novilhas optaram por executar esta atividade deitada ao sol (Figura 3 e Tabela 2A, Apêndice).



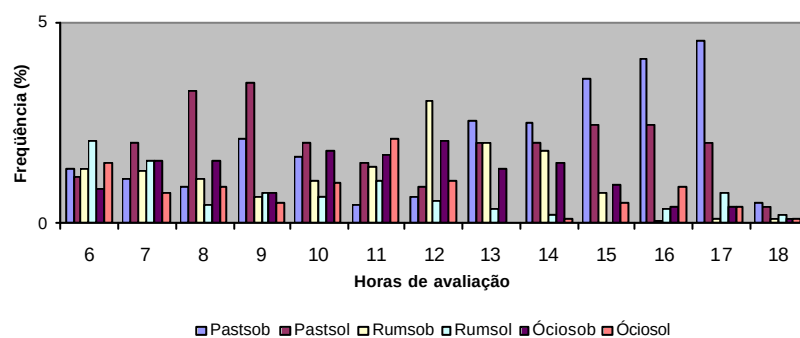
Outono



Inverno



Primavera



Verão

Figura 4 – Frequência de tempo de atividades de pastejo à sombra (Pastosob, Rumsob e Ociosob, respectivamente) e ao sol (Pastosol, Rumsol e Óciosol, respectivamente) realizadas por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano.

As atividades de pastejo expressaram maior pico durante o período da manhã e após as 15 horas, sendo que nos horários de maiores valores das variáveis climáticas, menores foram estas atividades, com pequenos picos para todas as estações do ano. Estes valores estão em acordo com os de Werneck (2001), na qual enfatiza que, a partir das 11 horas, o pastejo é mínimo, abordando a necessidade de sombra neste horário. No horário da manhã, o pastejo foi mais relevante ao sol, e à tarde à sombra. Quando observados os tempos de atividades na estação de primavera, onde é excluído o tempo gasto com pastejo (Figura 3 e Tabela 2A, Apêndice), as novilhas optaram por fazê-las ao sol, nos horários mais quentes do dia; isto é, de maior radiação solar (Figura 2 e Tabela 1A, Apêndice). Ao comparar às demais estações do ano para estes mesmos horários, estas atividades mostraram-se inferiores. Provavelmente, algum comportamento climático atípico deva ter ocorrido nesta época, como, por exemplo, maiores ventos na região, mascarando a sensação térmica do animal. É de fato que a velocidade com que o ar se move sobre a pele do animal tem importante ação na perda de energia, sob temperatura moderada (abaixo de 29 °C), quanto mais rápido é o movimento do ar, mais rápida é a perda de calor, uma vez que nesta estação do ano a temperatura encontrava-se dentro desta faixa e menor umidade também foi verificada neste período (Figura 1 e Tabela 1A, Apêndice).

De um modo geral, os animais permaneceram por maior período de tempo pastando à sombra (35,47, 33,04, 29,80 e 26,04 %) contra (29,52, 32,60, 39,75 e 25,53 %) pastando ao sol, para as estações de outono, inverno, primavera e verão, respectivamente (Tabela 3A, Apêndice). As atividades de pastejo dentro do sistema com sombreamento apresentaram resultados análogos às afirmações de Hafes (1973), Hodgson (1990), Blackshaw e Blackshaw (1994) e Fraser e Broom (1997), os quais concluíram que os bovinos pastejaram de maneira mais contínua no começo da manhã e no final da tarde, considerando que as temperaturas são mais amenas, evitando o pastejo durante as horas mais quentes do dia. Difante *et al.* (1999) encontraram resultados similares com novilhos em pastejo. A diminuição da atividade de pastejo está diretamente relacionada à redução do ganho de calor pela digestão e pela atividade muscular. Fato este ressaltado nas horas de maior temperatura e carga térmica radiante, quando os animais procuram pela sombra como resposta ao estresse térmico pelo calor, conforme as colocações de Findlay (1950), Hafez (1973), Fraser e Broom (1997) e (Silanikove, 2000).

O pastejo à sombra, apesar de alguns picos nos horários mais quentes do dia, foi mais evidente nos horários de variáveis climáticas mais amenas, no início da manhã e após as 15 horas, exceto para estação de primavera, quando os animais permaneceram 39,75 % do tempo pastando ao sol (Tabela 3A, Apêndice). Todavia, a permanência dos animais à sombra aumentou consideravelmente no horário de maior CTR e ITGU de sol, para todas as estações do ano. O aumento da ocorrência dos animais ao sol iniciou-se a partir de menores valores de CTR e ITGU. Provavelmente, o ambiente sombreado proporcionou maior conforto térmico aos animais, conforme mostram os dados de CTR e ITGU (Tabela 1A, Apêndice) à sombra, fazendo com que as novilhas restringissem-se a este ambiente de pastejo. O maior tempo de pastejo ao sol (Figura 4 e Tabela 3A, Apêndice) foi verificado no início da manhã e na metade da tarde, com períodos intermediários para inverno e primavera. Valores estes em concordância com Glaser (2003), que encontrou maior tempo de pastejo ao sol nestes horários, com picos intermediários das 10 às 11 horas.

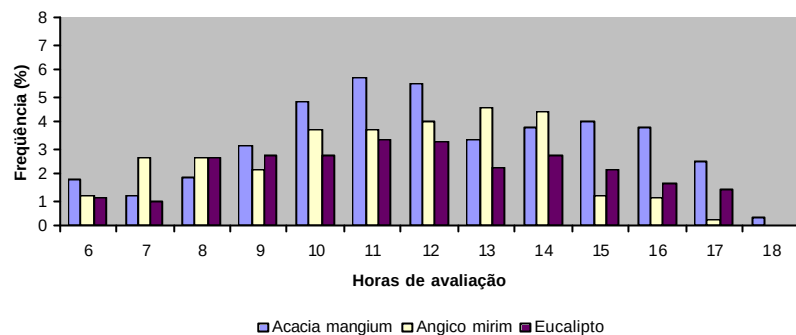
Para as atividades de ruminação e ócio observadas, apenas na primavera houve maior atividade ao sol com valores de 8,72 e 9,01 %, respectivamente (Tabela 3A, Apêndice). Nesta época do ano ocorreram menores valores de CTR de sol, quando comparadas com as demais estações. Apesar de ser um valor médio (591 w.m^{-2}), talvez não relevante (Tabela 1A, Apêndice), desta forma constata-se que os animais não se sentiram em desconforto térmico, para assim realizá-las na sua maioria ao sol.

Quando observado o local (sombra ou sol) escolhido pelos animais para realização das atividades, verificou-se (Tabelas 2A e 3A, Apêndices) que a sombra foi também o local onde esses permaneceram por maior tempo, tanto na posição deitada como em pé (Tabela 2A, Apêndice), exceto para primavera onde persistiram em 57,20% do tempo ao sol. Segundo Pereira (2005), o ambiente é sensivelmente menos estressante sob a sombra que a céu aberto. Quando observadas as atividades de ruminação e ócio, excluindo o tempo gasto com pastejo, também se verificou o mesmo comportamento, com exceção da primavera. Para primavera, 17,73% destas atividades foram executadas ao sol e 12,92% à sombra (Tabela 2A, Apêndice). Fraser e Brom (1997) e Paranhos da Costa e Cromberg (1997), Paranhos da Costa (2000) e Silanikove (2000), atentam para o fato de que animais buscam áreas sombreadas nas horas mais quentes do dia, evitando a radiação solar direta. Paranhos da Costa e Cromberg (1997) ressaltam para o fato que os animais procuram a sombra praticamente o dia todo, inclusive em horários com baixa incidência de radiação solar.

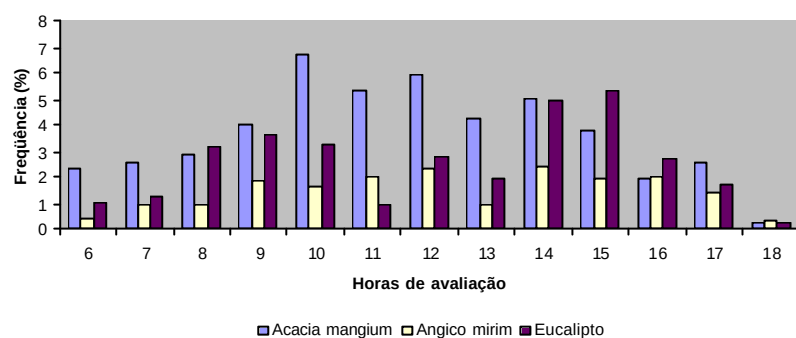
A melhor sombra é provida por árvores, isoladas ou em grupos, e estas devem ser parte obrigatória dos pastos e piquetes, para que as vacas leiteiras possam ser aliviadas da carga térmica radiante, proveniente da radiação solar direta, principalmente durante o verão. No entanto, quando foram observadas as diferentes espécies arbóreas como provedoras de sombra, verifica-se que a *Acacia mangium* teve maior procura pelos animais, em todas as estações do ano, com valores iguais a 41,74, 47,82, 51,80 e 53,63 % para outono, inverno primavera e verão (Tabela 4A, Apêndice), seguida matematicamente pelo *Eucalipto* e *Angico mirim*, como pode ser observado (Figura 5).

Talvez pelo fato de a *Acacia mangium* apresentar copa mais globosa, provavelmente fornecendo uma amplitude de projeção de sombra maior. Segundo Bennett *et al.* (1985), os animais procuram selecionar sombra de maior densidade, e esta preferência no presente estudo foi observada em todas as estações do ano. Estes valores estão de acordo com Leme *et al.* (2005), os quais observaram maior procura pela espécie *Acacia mangium* como fornecedora de sombra quando comparada com a *Acacia auriculiformes*, *Acacia angustissima* e *Albizia gauchapelle* e outras espécies. A escolha da melhor copa se deve provavelmente às características morfológicas e termofísicas das espécies (Guiseline *et al.*, 1999). Neste estudo, pode-se observar que o *Angico mirim* teve menor procura em porcentagem (Tabela 4A, Apêndice); acredita-se pelo próprio fato de suas folhas serem finas e recortadas, apresentando copa mais rala, ocasionando, com isso, maior incidência de radiação solar sobre os animais, quando comparado com as outras espécies, tornando, assim, sua copa de qualidade inferior às demais espécies arbóreas pesquisadas.

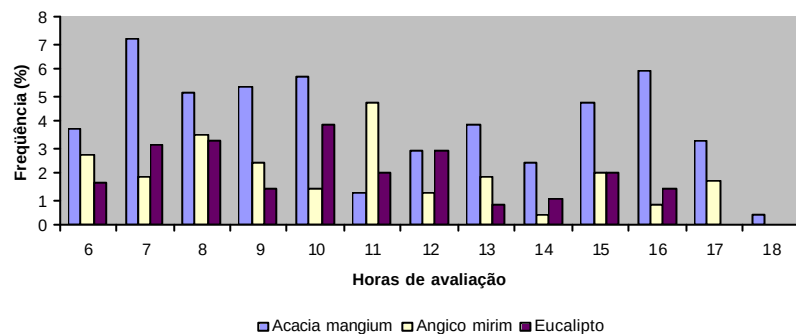
Silanikove (2000) relata que estruturas de sombreamento bem projetadas reduzem a carga de calor total em 30 a 50 %, sendo que as perdas de calor através da respiração totalizaram somente 15 %. Reafirmando que as árvores têm maior eficiência resfriadora que os abrigos artificiais, pois, sob árvores, os animais acham-se expostos à uma maior área de céu aberto, que representa uma superfície fria em relação às de mais fontes de radiação térmica. Ademias a construção de abrigos implica em custos mais elevados.



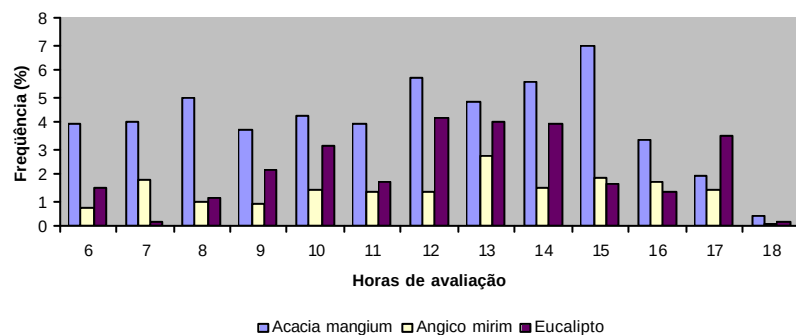
Outono



Inverno



Primavera



Verão

Figura 5 – Frequência de tempo de permanência à sombra em copa de diferentes espécies arbóreas, por novilhas no sistema com sombreamento ao longo de 12 horas de observação, em função das estações do ano.

5. CONCLUSÕES

O sistema sombreado apresentou menor número de frequência respiratória, taxa de sudção e temperatura de superfície corporal. No entanto, mais pesquisas com animais a campo, dentro desses sistemas de produção, tornam-se necessárias, uma vez que a temperatura retal foi considerada fora dos níveis fisiologicamente aceitáveis.

De modo geral, observou-se necessidade de maior seleção para animais mestiços para característica comprimento de pêlo, para melhor adaptação em ambiente tropical, uma vez que o comprimento dos pêlos ainda foi considerado longo.

O sistema de sombreamento ocasionou maior conforto térmico em relação ao comportamento ingestivo e de postura das novilhas, onde maior tempo na atividade de pastejo e ruminação e menor tempo em pé foram observados.

Em condições de pastejo em climas quentes, a procura dos animais pelo ambiente sombrio mostrou a necessidade de provisão de sombra, especialmente nas horas mais quentes do dia, em todas as épocas do ano.

Espécies arbóreas com características termofísicas adequadas fazem-se necessárias, principalmente as de copas densas e globosas, que oferece sombreamento mais efetivo, proporcionando maior conforto térmico aos animais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. S.; TARGA, A.L. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso à sombra natural. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 4, p. 9-21, 1999.

ALMEIDA, V. S.; SILVA, F. F.; DUTRA, G. S.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C.; VELOSO, C. M.; BONONO, P.; SILVA, H. G.; SILVA, R. R. Comportamento ingestivo de ovelhas da raça santa Inês em pastagem de ifton 85 (*Cynodon dactylon*) com e sem acesso à sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Macromedia, 2004. CD-ROM. Bioclimatologia. 399 p.

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

ARNOLD, G. W.; DUDZINSKI, M. L. *Ethology of free-ranging animals*. New York: Elsevier, 1978. 197 p.

ARNOLD, G. W. Animal Behaviour. In: FRASER, A. F. (Ed.) *Ethology of farm animals*. Amsterdam: Elsevier, 1985. p. 183-200 (World Animal Science, AS).

AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C.; MALDONADO-VASQUEZ, H. Disponibilidade e consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.) sob pastejo de vacas em lactação. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Forragicultura, 1996. p.189-190.

ARRIGALA, G. G.; HENNING, W. L.; MILLER, R. C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. *Journal of Animal Science*, v. 11, n. 1, p. 50-60, 1962.

BACCARI JR., F. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes*. Londrina: Ed. UEL, 2001. p. 142.

BACCARI JR., F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: II Congresso Brasileiro de Biometeorologia. *Anais...* Goiânia: Sbbiomet, p.136-161, 1998.

BACCARI JR., F. *Manejo ambiental para produção de leite nos trópicos*. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1986, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1986. p. 45-53.

BAÊTA, F. C. *Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and air velocity in the warm season*. 1985. 218 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Missouri, Columbia, 1985.

BAILEY, D. W. *Characteristics of spatial memory and foraging behavior in cattle*. Ph.D.Diss. Colorado State Univ. Fort Collins, Collo, 1988.

BAILEY, D. W. *et al.* Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, v. 49, p. 386-400, 1996.

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum. Animal Science*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.

BARCELLOS, A. D. F.; GARCIA, J. A.; CARDOSO, R. M.; TORRES, C. A. A. Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos, e seus mestiços sob o efeito de clima e dieta . I. Temperatura retal e frequência respiratória. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 32-41, 1989.

BEED, D. K.; COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, v. 62, p. 534-543, 1986.

BENEDETTI, E. Ingestão e gasto de água no manejo do rebanho leiteiro. 1986. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 1986.

BIANCA, W. Reviews of the progress in dairy science: cattle in hot environment. *Journal of Dairy Research*, v. 32, p. 291-345, 1965.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: 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*. St. Joseph, MI: Agricultural Engineering, 1955. 10 p.

BORGES, F.M.A. *Relação entre as características do pelame, a taxa de sudção e o comportamento na pastagem de vacas Holandesas*. 1985. 65 f. Monografia de graduação. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1985.

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JR, D.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento Ingestivo de Bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 5, p. 1045-1053, 2003.

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

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. *Shade management Systems to reduce heat stress for dairy cows in hot humid climates*. Trans. ASAE 26: p.1798-1802, 1983.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v. 24, p. 711-714, 1981.

CAMARGO, A. C. *Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo free stall, no Brasil Central*. 1988. 146 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 1988.

CAMPOS, A. T. *A importância da água para bovinos de leite*. Embrapa Gado de Leite. Práticas tecnológicas para produção de leite, 2003. 149 p.

CAMPOS, O. F. *Criação de bezerros até a desmama*. Coronel Pacheco-MG: CNPGL/ EMBRAPA, 1985. 77 p.

CARVALHO, N. M.; OLIVO, C. J. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e a sombra. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...* Fortaleza, 1996.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, M. E. C.; MORAES, A.; DELEGARD, R. *Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelos animais em pastejo*. Piracicaba, 2001, p. 853-871.

CHEKEE, P. R. Roughages. In: *Applied animal nutrition*. Feeds and feeding. Englewood cliffs, NJ: Prentice Hall, 1999. p.136-175.

COLLIER, R. J.; ELEY, R. M.; SHARMA, A. K.; PEREIRA, R. M. BUFFINGTON, D. E. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holsten and Jersey cows . *Journal of Dairy Science*, v. 64, p. 844-849, 1981.

COLLIS, K. A.; KAY, S. J.; GRANT, A. J.; QUICK, A. J. The effect on social organization and milk production of minor group alterations in dairy cattle. *Applied Animal Ethnology*, Amsterdam, n. 2, v. 5, p. 103-111, 1979.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviors and forage intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. p.59-80.

COSTA, C. *Comportamento de vacas Jersey em free stall durante a fase inicial de lactação*. 2000. 124 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, 2000.

COSTA, J. L.; NOVAES, L. P.; MONTEIRO, J. B. N. Vinte e cinco anos de produção de leite à pasto com gado mestiço. *Informe Agropecuário*, v. 22, n. 211, p. 58-76, 2001.

COSTA, M. J. R. Aspectos do comportamento de vacas leiteiras em pastagens tropicais, In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 3, 1985, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: 1985, p.199-217.

COUNCIL. *Nutrients requeriments of dairy cattle*. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989. 157 p.

CURTIS, S. E. *Environmental management in animal agriculture*. Illinois: Animal Environment Services, 1981. 579 p.

DAMASCENO, J. C.; TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação das respostas de vacas Holandesas em um sistema “free-stall”. *Engenharia da Agricultura*, v. 12, n. 2, p.12-25, 1998.

DAVINSON, T. M.; SILVER, B. A.; LISLE, A. T.; ORR, W. N. The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cow in a tropical upland environment. *Australian Agricultural*, v. 77, p. 149-154, 1988.

DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; GODFRIN, J. P.; ELLIS, W. C. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, 1993.

DIFANTE, G. S.; BISCAÍNO, G.; FARINATTI, L. H. *et al.* Estudo do comportamento de pastejo de novilhos em pastagem de estação fria em área de várzea. In: JORNADA

ACADÊMICA INTEGRADA, Universidade Federal de Santa Maria, 14, 1999, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1999. p.794.

DULPHY, J. P.; FAVERDIN, C. R. *L'ingestion alimentaire chez les ruminants modlités et phénomènes associès*. Reproduction. *Nutrition Development*, v. 27, n. 1B, p. 129-155, 1987.

ERLINGER, L. L.; TOLLESON, D. R., BROWN, C. J. Comparison of bite , biting rate and Grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of mature. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 3578-3587, 1990.

FINCH, V. A.; BENNETT, I. L.; HOLMES, C. R. Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. *The Journal of Agricultural Science*, v. 99, p. 479-487, 1982.

FINCH, V. A. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*, v. 62, n. 2, p. 531-532, 1986.

FINCH, V. A.; BENNETT, I. L.; HOLMES, C. R. Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behaviour and growth, and relationship with coat type. *The Journal of Agricultural Science*, v. 102, p. 141-147, 1984.

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

FRASER, A. F. *Ethology of farm animals: a comprehensive study of the behavioural features of the common farm animals*. World of Animal Science. A basic information. Netherlands: Elsiever Science Publishers, 1985. 500 p.

FRASER, A. F. *Comportamiento de los animales de granja*. Ed Acríbia, 1980.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. *Farm animal behaviour and welfare*. 3. ed. London: BaillièreTindall, 1997. 437 p.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. *Journal of Animal Science*, v. 52, p. 164-182, 1981.

FURLONG, J.; PRATA, M. *Práticas tecnológicas para produção de leite*. Embrapa-2003. 149 p.

GLASER, F. D. *Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão*. 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

GOMES, S. T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: VILELA, D.; BRESSAN, M. C. (Ed.) *Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento*. Brasília: MTC/CNPq, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. Capítulo 1.

GONZAGA, B. C. F. Efeito de sombreamento sobre o desempenho de bovinos de corte em confinamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...*

GUIMARÃES, C. M. C.; FALCO, J. E.; TITTO, E. A. L.; NETO, R. F.; MUNIZ, J. A. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso: concentrado. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 437-443, 2001.

GUISELINI, C.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v. 3, n. 3, p. 380-384, 1999.

HAFEZ, E. S. E. *Adaptation de los animales domésticos*. Barcelona: Editorial Labor, 1973. 563 p.

HAFEZ, E. S. E. *Adaptation of domestics animals*. 2. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1968. p. 61-215.

HAFEZ, E. S. E.; SCHEIN, M. W. The behaviour of catle In: HAFEZ, E. S. E (Ed.) *The behaviour of domestic animals*. 3. ed. London: Baillere, Tindall e Cox, 1962. p.96-247.

HAGIWARA, K.; HIURA, C.; KOUTOMI, S. Development of practical method in the early stage discovery of the heat stressed dairy cows and proof of its effective countermeasures (in japanese). *Bull. Kouchi Livestock Experiment Station*, v. 18, p. 36-46, 2002.

HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 10-20, 1999. (Supplement 2).

HAHN, L.G. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *Journal of Animal Science*, Menasha, v. 52, n. 1, p. 175-186, 1981.

HANSEN, P. J.; ARECHIGA, C. F. Strategies for managing reproduction in the heat – stressed dairy cow. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 2, p. 36-50, 1999.

HODGSON, J.; CLARK, D. A.; MITCHELL, R. J. *Foraging behavior in grazing animals and it impacts on plants communities*. In: NATIONAL CONFERENCE FORAGE QUALITY, Lincoln, American Society of Agronomy, 1994. p. 796-827.

HODGSON, J. *Grazing of management: Science into practice*. Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HOLECHECK, J. L. Financial benefits of range management practices in the chihuahuam desert. *Rangelands*, v. 18, p. 52-56, 1992.

HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: *Bovinocultura Leiteira*, Piracicaba. FEALQ, 1990.

JOHNSON, H. D. *Bioclimatology and the adaptation of livestock*. Amsterdam: Elsevier, 1987. 279 p.

JOHNSON, K. G.; STRACK, R. Effects of shade use on grazing, drinking, ruminating and postural patterns of Merino sheep. *Aust. J. Agri. Res.*, v. 43, p. 261-264, 1992.

KAWABATA, C. Y. *Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais*. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurement, In: National Academy of Sciences. *A guide to environmental research on animals*. Washington-D.C.: LAS, 1971. 76 p.

KELLY, C. F.; BOND, T. E.; ITTNER, N. R. Design of livestock shades construction and location of shades contribute to animal comfort and maintenance of feed intake. *California Agriculture*, Berkeley, v. 25, p. 3-4, 1954.

KOVARIK, M. Radiation penetrance of protective covers. *Journal Applied Physiology*, v. 35, p. 562-563, 1973.

KRYSL I. J.; HESS, B. W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *Journal of Animal Science*, v. 71, p. 2546-2555, 1993.

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

MAGALHÃES, J. A.; TAKIGAWA, R. M.; TAVARES, A. C.; TOWNSEND, C. R. COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu 1998. *Anais...* Botucatu, 1998. p.70-72.

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

MALLONEE, P. G.; BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J.; WILCOX, C. J. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. *Journal of Dairy Science*, v. 68, p.1479-1487, 1985.

MARASCHIN, G. E. Relembrando o passado, entendendo o presente e planejando o futuro. Uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. Simpósio de Ruminantes. Viçosa. *Anais...* Vicosa, MG, 2000. p. 113-179.

MARTELLO, L. S. *Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação de animais e nos investimentos das instalações*. 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Estado de São Paulo, 2002.

McARTHUR, A. J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. *Journal Theoret Biological*, v. 126, p. 203-238, 1987.

McDOWELL, R. E.; JHONSTON, J. E. Research under field conditions. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Ed.) *A guide to environmental research on animals*. Washington-D.C.: National Academy of Sciences, 1971. p. 306-359.

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

McFARLAND, D. *Animal behavior: psychobiology, ethology, and evolution*. 3. ed. {S.I.}: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.

McFARLANE, J. S.; STEVENS, B.A. The effect of natural shade and spraying with water on the productivity of dairy cows in the tropics. *Trop. Anim. Hith. Prod.*, v. 4, p. 249-253, 1972.

MERTENS, D. R. Regulation of Forage Intake. In: Fahey Jr., G.C., et al. Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy, Crop Sci. of Am. *Soil Science of America*, Madison, WI. 1994. p. 450-493.

MINER, J. R.; BUCKHOUSE J. C.; MOORE, J. A. Will a water trough reduce the amount of time hay-fed livestock spend in the stream (and therefore improve water quality)? *Rangelands*, v. 14, p. 35-38, 1992.

MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES, S. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, E. S.; CAMPOS, J. M. S.; LANNA, R. P., MIRANDA, J. R. D Comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 3, p. 614-620, 1999.

MORAIS, D. A. E. F.; BENTO, C. A. P.; JÚNIOR, S. C. S; VASCONCELOS, A. M.; SOUZA, W. G. Efeito da época do ano sobre a característica termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em região semi-árida. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3. *Anais...* CD- ROM, 2004.

MORAIS, D. A. E. F. *Variação de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco*. 2002. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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

MYAGI, E. S.; RESENDE, L. S.; PADUA, J. T.; VIEIRA, L. S.; NUNES, A.G.; GONZAGA, B.C.F. Efeito de sombreamento sobre o desempenho de bovinos de corte em confinamento. Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...* CD-Rom, 2002.

NAAS, I. A. Estado da arte da bioclimatologia e a necessidade de pesquisas futuras no Brasil. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995. Brasília-DF. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 133-135.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th rev. ed. Washington-D.C.: National Academic, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academic Press, 1981. 152 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academic Press, 1989. 158 p.

NICOLAU, C. V. J. *Variação das características da epiderme e do pelame em bovinos da raça Caracu*. Monografia de Graduação. Curso de Zootecnia. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1993.

NICOLAU, C. V. J.; SILVA, R. G.; MOTTA, L. S.; VERISSIMO, C. J. *et al.* Características do pelame e da pele em bovinos da raça Caracu. *Archivos de Zootecnia*, v. 53, n. 201, p. 32. 2004.

PADUA, J. T.; OLIVEIRA, C. P.; MIYAG, E. S.; MORALES, D. C. S. P. Avaliação do Sombreamento proporcionado por seis tipos de abrigos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 40. *Anais...* CD-ROM, 2002.

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

PATERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P.; KERLEY, M. S.; WILLIAMS, J. E. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY JR., G. C. *et al.* *Forage quality, evaluation and utilization*. American Society of Agronomy. Crop Sci. of Am., Soil Science of America, Madison, WI., 1994, p. 59-114.

PENNING, P. D. Some effects of sward conditions on grazing behavior and intake by sheep. In: GUDMUNDSSON, O. (Ed.). *Grazing research at northern latitudes*, 1, 1985, Hvanneyri. *Workshop...*, 1986. p. 219-226. .

PEREIRA, J. C. C. *Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2005. 95 p.

PERERA, K. S., GWAZDAUSKAS, F. C., PEARSON, R. E. *et al.* Effect of season and stage of lactation on performance of Holsteins. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 69, p. 228-236, 1986.

PHILLIPS, B. W. *La cria de ganado en ambientes desfavorables*. Roma, Food and agriculture. Organization of the United Nations. 1955. Statistical Analysis System. 6. ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., USA, 1985. 429 p.

PINHEIRO, M. G. *Variação genética de características de capa externa de vacas da raça Holandesa em ambiente tropical*. 1996. 43 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1996.

PINHEIRO, M. G.; SILVA, R. G. Pelame e produção de vacas da raça holandesas em ambiente tropical. I. Características do pelame. *Boletim da Indústria animal*, Nova Odessa, v. 55, p.1-6, 1998.

PIRES, M. F. A.; VILELA, D.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, I., 1998, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba {s.n.}, 1998 b. p. 68-102.

POLASTRE, R. O uso de cruzamentos em bovinos de aptidão leiteira nos trópicos. In: 1º CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL. Botucatu, FMVZ/UNESP, 1989. *Anais...* Jaboticabal, FUNEP, 1989. 130 p.

PRACHE, S. ; ROGUET, C. Influence de la structure du couvert sur le comportement d'ingestion. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE/RAPPORT D'ACTIVITE 1992-1995. 1996. p.22-24.

PRATES, E. R.; BONELI, I. B.; PIAGGIO, L. M. *et al.* Tempo e ciclos diários de pastejo de novilhos mantidos em condições de pastagem nativa melhorada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 24, n. 1, p. 1-7, 1995.

QUADROS, F. L. F.; TREVISAN, N. B.; SILVA, A. C. F.; BANDINELLI, D. G.; MAIXNER, A. R.; AURÉLIO, N. D.; MARTINS, C. E. NOGUEIRA PIRES, D. R. F. Eficiência de transformação de forragem em peso vivo de terneiros em recria em pastagem de aveia preta e azevém sob níveis distintos de biomassa foliar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. DC Rom.

ROMANCE-PONCE , H. THATCHER, W.W, BUFFINGTON, D.E. WILCOX, C. J. VAN HORN, H. H. Physiological and production responses 1977 of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science*, v. 60, p. 424-430, 1977.

SALLA, L. E.; FISCHER, V.; FERREIRA, X. E.; MORENO, C. B.; STUMPF JR., W.; DUARTE, L. D. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 683-689, 2003.

SALLA, L. E.; BRUTTI, C. E. Q.; VIEGAS, J.; HEIMERDINGER, A.; FALCÃO, J. F. N.; PORTELLA, J. N.; MARION, A. E. Comportamento de vacas holandesas em pastagem de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza-CE, 1996. *Anais...* Fortaleza-CE: SBZ, 1996. p.134-137.

SANTOS, C. C.; BONOMO, P.; CEZÁRIO, A. S.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.; MATOS, H. G. O. S. Respostas fisiológicas de cabras da raça Saanen, expostas ao sol e a sombra em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande-MS, 2004. *Anais...* Campo Grande-MS: SBZ, 2004, CD-ROM.

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

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; SOUZA, G. S.; GARCIA, J. B.; PELLEGRIN GUTIERREZ, R. *Metodologia de amostragem para avaliação da qualidade das pastagens nativas consumidas por bovinos no Pantanal*. Corumbá- MS, 2002.

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; CRISPIM, S. M. A; POTT, A; ARVAREZ, J. M. Seleção das fotofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, por bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL. 3, 2000, Corumbá, MS. Os desafios do novo milênio. *Anais...* Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. (CD-ROM).

SARMENTO, D. O. L. *Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regime de lotação contínua*. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SAS. 1999-2000. SAS/STAT User's guide. (Release 8.0), SAS Inst, Inc., Cary, NC.

SCHENEIDER, P. L.; BEED, D. K.; WILCOX, C. J.; COLLIER, R. J. Influence of Dietary sodium and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 67, p. 2546-2553, 1984.

SCHLEGER, A.V.; TURNER, H. G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 16, p. 92-106, 1965.

SHEARER, J. K.; BEEDE, D. K. Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. *Agric. Prat.*, v. 11, n. 4, p. 8-17, 1990.

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

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

SILVA, A. C. *Estudo da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de celulose*. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

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

SILVA, R. G. *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, R. G.; STARLING, J. M. C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, 2003 (Supplement 2).

SLEUTJES, M. A.; LIZIERIE, R. S. Conforto térmico do gado leiteiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS, AGRIBUILDING, 1., 1991. Campinas-SP. *Anais...* Campinas-SP: UNICAMP, 1991.

SOUZA C. F.; TINÔCO, I. F. P.; BAETA, F. C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciências Agrotécnicas*, Lavras, v. 26, n. 1, p. 157-164, 2002.

SOUZA, C. F.; BAËTA, F. C.; CARDOSO, R. H.; TORRES, R. H. Eficiência de diferentes Tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico, na primavera e no verão em Viçosa-MG. *Engenharia na agricultura - Série construções rurais e ambiência*, Viçosa: DEA, v. 1, n. 1, p. 12, 1992.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; COSTA, M. J. R. P. *et al.* Comportamento de pastejo de ovinos em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.

STILLINGS, A. M.; TANAKA, N. R., RIMBEY, T.; DELCURTO, P. A.; MOMONT, PORATH, M. L. Economic implications of off-stream water developementes to improve riparian grazing. *Journal of Range Management*, v. 56, p. 418-424, 2003.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal Agricultural Research*, v. 24 n. 6, p. 809-819, 1973.

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

TITTO, E. A. L.; RUSSO, H. G.; LIMA, C. G. Efeito do banho de água sobre o conforto térmico de bubalinos. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6., 1997 Lisboa. *Actas... APEZ*, 1997, v. 1, p. 15-18.

UDO, H. M. *Hair coat characteristics is heifers in the Netherlands and kenya*. Meded Landbouwhogeschool 78-6. Wageningen: H. Veenman & Zonen, B.V., 1978.

VALTORTA, S. E.; GALLARDO, M. R.; CASTRO, H. C.; CASTELLI, M. E. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Engin.)*, v. 39, p. 233-236, 1996.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476 p.

VERISSIMO, C. J.; OTSUK, I. P.; ARCARO, J. R. P.; DEODATO, A. P.; BECHARA, G. H. Infestação pelo carrapato *Boophilus microplus* (acari: ixodidae) Canestrini, e comprimento do pêlo em vacas zebuínas, européia e mestiças. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais... Campo Grande: Macromedia*, 2004. CD-ROM. Bioclimatologia, 399.

VIANA, J. A. C. Desafios e potencialidades da produção animal nos trópicos e subtropicais reflexões provocativas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990. Campinas, SP. *Anais... Campinas*. 1990. p. 639-679.

VIEGAS, J.; SCHWENDLER, S. E.; EVERLING, D. M.; ELGELMAN, A. L.; SANTOS, R. M.; FILHO, E. H. D.; CARVALHO, N. M.; ZIECH, M. F.; CHARÃO, P. S.; PEREIRA, M. A. Atividades diárias desenvolvidas por vacas da raça Holandês em pastagem de milheto com e sem sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais... Recife: Macromédia*, 2002. CD-ROM. Bioclimatologia.

VILLARES, J. B. A eficiência dos ruminantes para utilizar alimentos nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1., 1986. Fortaleza-CE. *Anais... Sobral, EMPBAPA-CNPC*.

WELCH, J. G. Rumination, particle size and passage from the rumen. *Journal of Animal Science*, v. 54, n. 4, p. 885-895, 1982.

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

WEST, 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 2131-2144. 2003.

WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 21-35, 1999 (Supplement 2).

WICKSTROM, M. L.; ROBBINS, C. T.; HANLEY, T. A.; SPALINGER, D. E.; SPARISH. *Food intake and foraging energetic of elk and mule deer Wildl. Manage.* v. 48, p. 1285-1301, 1984.

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E. *et al.* A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, v. 65, p. 495-501, 1982.

YOUSEFT, M. K. *Stress physiology in livestock*. Vol. 2, Flórida-Boca Raton, Ungulates, 1985. 171 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A – Valores médios de carga térmica radiante de sombra (CTRsb) e de sol (CTRsol), índice de temperatura de globo e umidade de sombra (ITGUsb) e de sol (ITGUsol), temperatura (TEMP) e umidade do ar (UAR), em funções das estações do ano

Estação	Horas	CTRsb (CTR/W.m ⁻²)	CTRsol (CTR/W.m ⁻²)	ITGUsb Adimensional	ITGUsol Adimensional	Temp (°C)	UAR (%)
Outono	06:00	395,51	408,00	62,58	62,59	17,25	89,07
Outono	07:00	405,01	419,06	64,02	64,02	18,25	89,12
Outono	08:00	455,69	482,98	68,20	68,65	19,50	87,30
Outono	09:00	456,87	522,84	69,42	71,22	21,25	79,73
Outono	10:00	469,93	627,83	71,07	77,32	22,83	68,71
Outono	11:00	492,50	784,75	73,58	86,68	24,50	63,43
Outono	12:00	498,06	765,79	74,16	83,26	25,25	61,42
Outono	13:00	549,41	849,49	77,63	90,57	26,13	62,64
Outono	14:00	521,44	747,21	77,05	82,30	26,25	60,49
Outono	15:00	513,53	694,76	75,70	79,80	26,63	60,36
Outono	16:00	464,74	706,82	75,26	81,51	27,00	60,35
Outono	17:00	423,56	479,25	69,60	69,71	24,00	70,79
Outono	18:00	393,07	417,26	65,57	65,82	21,50	78,04
Inverno	06:00	397,55	389,77	62,32	63,41	15,13	97,63
Inverno	07:00	415,73	443,97	64,71	66,93	15,37	96,55
Inverno	08:00	425,97	501,89	66,76	72,73	16,75	90,85
Inverno	09:00	467,89	641,79	71,12	81,27	18,81	83,21
Inverno	10:00	482,09	694,99	71,91	83,14	21,00	75,10
Inverno	11:00	510,80	747,42	74,39	84,87	23,00	67,21
Inverno	12:00	525,59	674,41	76,47	82,58	24,94	63,54
Inverno	13:00	517,31	670,00	75,67	79,24	25,50	58,03
Inverno	14:00	546,93	759,01	75,13	82,41	26,63	56,31
Inverno	15:00	499,72	708,70	73,02	80,91	26,87	58,80
Inverno	16:00	474,55	582,95	70,25	69,13	25,81	66,29
Inverno	17:00	434,78	479,32	68,31	70,23	23,75	81,63
Inverno	18:00	404,77	420,75	65,28	65,38	22,00	94,40

Continua...

Tabela 1A, Cont.

Estação	Horas	CTRsb (CTR/W.m ⁻²)	CTRsol (CTR/W.m ⁻²)	ITGUsb Adimensional	ITGUsol Adimensional	Temp (°C)	UAR (%)
Primavera	06:00	429,27	453,60	67,11	68,48	20,13	88,99
Primavera	07:00	442,57	459,01	68,72	69,22	20,37	91,25
Primavera	08:00	474,07	504,55	71,91	72,06	22,00	81,40
Primavera	09:00	507,21	593,15	75,19	81,06	24,75	68,46
Primavera	10:00	507,59	692,50	76,45	82,30	26,75	61,79
Primavera	11:00	513,21	680,52	75,88	81,13	27,00	60,51
Primavera	12:00	495,49	635,97	80,26	85,89	29,00	51,99
Primavera	13:00	563,64	731,37	79,97	84,47	29,37	59,48
Primavera	14:00	507,51	639,57	78,80	81,93	30,00	57,15
Primavera	15:00	527,26	673,13	77,99	82,24	30,50	55,86
Primavera	16:00	486,89	583,71	75,67	77,70	29,00	61,60
Primavera	17:00	463,91	525,46	73,94	74,94	28,25	61,04
Primavera	18:00	426,64	504,89	69,18	72,1	26,75	67,12
Verão	06:00	412,89	425,43	66,98	67,67	19,63	92,47
Verão	07:00	425,27	447,29	69,66	73,97	20,25	92,28
Verão	08:00	452,54	538,45	71,88	76,63	21,56	85,65
Verão	9:00	475,92	573,06	73,40	81,09	22,63	88,24
Verão	10:00	483,90	636,96	74,14	81,89	24,13	79,32
Verão	11:00	490,29	653,14	75,98	85,29	24,81	75,37
Verão	12:00	504,58	704,08	77,37	86,81	26,31	68,27
Verão	13:00	513,74	718,13	77,11	85,79	27,44	68,63
Verão	14:00	512,17	701,38	78,72	86,16	27,50	63,22
Verão	15:00	533,54	730,15	77,54	84,98	27,94	64,37
Verão	16:00	514,80	699,66	75,24	81,18	28,06	60,40
Verão	17:00	482,43	641,03	74,71	78,46	27,63	62,19
Verão	18:00	475,16	593,36	65,28	66,08	27,44	75,85

Tabela 2A – Valores em porcentagem das atividades em pé na sombra e no sol, deitado na sombra e no sol, ruminando/ócio na sombra e no sol, realizadas pelas novilhas leiteiras em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano

Estação	Horas	Pé na sombra	Pé no sol	Deitado na sombra	Deitado no sol	Ruminando ócio na sombra	Ruminando ócio no sol
Outono	06:00	2,26	4,66	0,07	1,23	0,13	1,84
Outono	07:00	2,74	5,34	0,00	0,14	0,54	0,75
Outono	08:00	4,11	4,11	0,00	0,00	0,06	0,34
Outono	09:00	4,18	3,63	0,41	0,00	2,26	0,06
Outono	10:00	4,52	1,71	1,92	0,07	4,04	0,41
Outono	11:00	3,15	0,68	4,18	0,21	5,96	0,47
Outono	12:00	4,11	0,68	3,22	0,21	6,34	0,68
Outono	13:00	4,66	1,78	1,71	0,07	3,22	0,15
Outono	14:00	4,79	1,92	1,51	0,00	4,17	0,00
Outono	15:00	4,86	3,36	0,00	0,00	1,30	0,61
Outono	16:00	6,10	2,12	0,00	0,00	0,20	0,17
Outono	17:00	5,27	2,95	0,00	0,00	0,75	0,27
Outono	18:00	0,68	0,68	0,00	0,00	0,00	0,27
(%) atividades		51,43	33,62	13,02	1,93	28,97	6,02
Inverno	06:00	1,34	3,87	0,48	2,53	0,68	4,59
Inverno	07:00	2,29	4,93	0,72	0,27	1,30	1,06
Inverno	08:00	3,05	4,73	0,34	0,10	0,65	1,47
Inverno	09:00	4,25	3,60	0,14	0,24	1,06	0,55
Inverno	10:00	3,94	2,77	1,51	0,00	2,88	0,15
Inverno	11:00	2,43	4,11	1,03	0,65	2,26	0,86
Inverno	12:00	3,60	3,01	0,92	0,68	2,77	1,78
Inverno	13:00	2,33	3,36	1,30	1,23	2,40	2,15
Inverno	14:00	4,49	2,57	0,89	0,27	2,22	0,61
Inverno	15:00	4,76	2,64	0,75	0,07	1,81	0,58
Inverno	16:00	5,41	2,60	0,21	0,00	0,76	0,72
Inverno	17:00	5,58	2,57	0,07	0,00	0,62	0,27
Inverno	18:00	0,75	0,58	0,03	0,00	0,14	0,00
(%) atividades		44,21	41,33	8,39	6,06	19,55	14,79
Primavera	06:00	2,11	4,90	0,54	0,61	0,75	1,44
Primavera	07:00	3,95	4,05	0,07	0,14	0,62	0,21
Primavera	08:00	4,02	3,89	0,07	0,20	1,64	1,03
Primavera	09:00	2,66	4,09	0,95	0,48	1,50	2,26
Primavera	10:00	3,81	2,72	1,23	0,41	1,50	1,10
Primavera	11:00	3,27	2,95	0,95	1,02	2,46	2,46
Primavera	12:00	1,97	4,56	0,61	1,02	1,92	2,12
Primavera	13:00	3,47	3,83	0,27	0,61	0,41	2,46
Primavera	14:00	2,72	5,26	0,00	0,20	0,08	0,89
Primavera	15:00	3,88	3,95	0,00	0,34	0,34	1,44
Primavera	16:00	2,59	4,70	0,20	0,68	0,82	1,23
Primavera	17:00	2,15	4,95	0,65	0,86	0,79	0,87
Primavera	18:00	0,40	0,98	0,08	0,08	0,09	0,24
(%) atividades		37,20	51,03	5,65	6,69	12,92	17,73

Continua...

Tabela 2A, Cont.

Estação	Horas	Pé na sombra	Pé no sol	Deitado na sombra	Deitado no sol	Ruminando/ ócio na sombra	Ruminando/ ócio no sol
Verão	06:00	1,46	2,01	2,05	2,69	2,15	3,56
Verão	07:00	1,73	2,51	2,19	1,78	2,83	2,28
Verão	08:00	1,51	3,47	2,05	1,19	2,64	1,37
Verão	09:00	2,92	4,06	0,55	0,68	1,37	1,23
Verão	10:00	3,79	2,69	0,73	1,00	2,88	1,69
Verão	11:00	1,46	2,01	2,10	2,65	3,10	3,15
Verão	12:00	3,24	1,37	2,46	1,14	5,07	1,60
Verão	13:00	3,74	2,01	2,15	0,32	3,33	0,37
Verão	14:00	4,47	2,15	1,37	0,23	3,33	0,37
Verão	15:00	4,24	2,83	1,05	0,09	1,69	0,50
Verão	16:00	4,47	3,38	0,05	0,32	0,46	1,28
Verão	17:00	5,04	2,69	0,09	0,41	0,55	1,14
Verão	18:00	0,66	0,61	0,05	0,09	0,19	0,32
(%) atividades		38,73	31,79	16,89	12,60	29,59	18,86

Tabela 3A – Valores em porcentagem das atividades, pastando na sombra e no sol, ruminando na sombra e no sol e ócio na sombra e no sol, realizadas pelas novilhas leiteiras em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano

Estação	Horas	Pastando na sombra	Pastando no sol	Ruminando na sombra	Ruminando no sol	Ócio na sombra	Ócio no sol
Outono	06:00	2,19	4,04	0,00	1,10	0,14	0,75
Outono	07:00	2,19	4,73	0,14	0,34	0,41	0,41
Outono	08:00	4,04	3,77	0,07	0,14	0,00	0,21
Outono	09:00	2,33	3,56	1,44	0,00	0,82	0,07
Outono	10:00	2,40	1,37	3,36	0,41	0,68	0,00
Outono	11:00	1,37	0,41	3,97	0,22	1,99	0,27
Outono	12:00	1,03	0,21	4,18	0,34	2,12	0,34
Outono	13:00	3,15	1,71	1,44	0,07	1,78	0,07
Outono	14:00	2,12	1,92	2,05	0,00	2,12	0,00
Outono	15:00	3,56	2,74	1,16	0,41	0,14	0,21
Outono	16:00	5,89	1,99	0,00	0,00	0,21	0,14
Outono	17:00	4,52	2,67	0,75	0,21	0,00	0,07
Outono	18:00	0,68	0,41	0,00	0,21	0,00	0,07
(%) atividades		35,47	29,52	18,56	3,42	10,41	2,60
Inverno	06:00	1,13	1,82	0,34	1,06	0,34	3,53
Inverno	07:00	1,71	4,14	0,58	0,45	0,72	0,62
Inverno	08:00	2,74	3,36	0,17	0,14	0,48	1,34
Inverno	09:00	3,32	3,29	0,00	0,21	1,06	0,34
Inverno	10:00	2,57	2,64	0,89	0,03	1,99	0,10
Inverno	11:00	1,20	3,90	0,68	0,24	1,58	0,62
Inverno	12:00	1,75	1,92	1,30	0,96	1,47	0,82
Inverno	13:00	1,23	2,43	0,89	0,96	1,51	1,20
Inverno	14:00	3,15	2,23	0,48	0,24	1,75	0,38
Inverno	15:00	3,70	2,12	0,72	0,07	1,10	0,51
Inverno	16:00	4,86	1,88	0,27	0,24	0,48	0,48
Inverno	17:00	5,03	2,29	0,10	0,03	0,51	0,24
Inverno	18:00	0,65	0,58	0,10	0,00	0,03	0,00
(%) atividades		33,04	32,60	6,54	4,62	13,01	10,17
Primavera	06:00	1,91	4,09	0,27	0,14	0,48	1,29
Primavera	07:00	3,40	3,95	0,07	0,07	0,54	0,14
Primavera	08:00	2,45	3,06	0,07	0,14	1,57	0,89
Primavera	09:00	2,11	2,32	0,41	0,89	1,09	1,36
Primavera	10:00	3,54	2,04	1,23	0,61	0,27	0,48
Primavera	11:00	1,77	1,50	1,09	1,57	1,36	0,89
Primavera	12:00	0,70	3,47	0,54	0,95	1,36	1,16
Primavera	13:00	3,34	1,97	0,27	1,63	0,14	0,82
Primavera	14:00	2,66	4,56	0,00	0,61	0,07	0,27
Primavera	15:00	3,54	2,86	0,27	0,68	0,07	0,75
Primavera	16:00	1,97	4,15	0,68	0,89	0,14	0,34
Primavera	17:00	2,01	4,95	0,29	0,50	0,50	0,36
Primavera	18:00	0,40	0,83	0,00	0,00	0,08	0,23
(%) atividades		29,80	39,75	5,22	8,72	7,50	9,01

Continua...

Tabela 3A, Cont.

Estação	Horas	Pastando na sombra	Pastando no sol	Rumimando na sombra	Rumimando no sol	Ócio na sombra	Ócio no sol
Verão	06:00	1,37	1,14	1,32	2,05	0,82	1,51
Verão	07:00	1,10	2,01	1,28	1,55	1,55	0,73
Verão	08:00	0,91	3,29	1,10	0,46	1,55	0,91
Verão	09:00	2,10	3,51	0,64	0,73	0,73	0,50
Verão	10:00	1,64	2,01	1,05	0,68	1,83	1,00
Verão	11:00	0,46	1,51	1,41	1,05	1,69	2,10
Verão	12:00	0,64	0,91	3,01	0,55	2,05	1,05
Verão	13:00	2,56	1,96	1,96	0,37	1,37	0,00
Verão	14:00	2,51	2,01	1,83	0,23	1,51	0,14
Verão	15:00	3,61	2,42	0,73	0,00	0,96	0,50
Verão	16:00	4,06	2,42	0,05	0,37	0,41	0,91
Verão	17:00	4,56	1,96	0,14	0,73	0,41	0,41
Verão	18:00	0,52	0,38	0,09	0,19	0,09	0,14
(%) atividades		26,04	25,53	14,60	8,95	14,97	9,91

Tabela 4A – Valores em porcentagem de preferência por sombreamento pelas novilhas leiteiras, com diferentes espécies arbóreas, em sistema com sombreamento, em funções das estações do ano

Estação	Horas	<i>Acacia mangium</i>	<i>Angico mirim</i>	<i>Eucalipto</i>	Sombra	Sol
Outono	06:00	1,78	1,19	1,07	2,33	5,89
Outono	07:00	1,19	2,62	0,95	2,74	5,48
Outono	08:00	1,90	2,62	2,62	4,11	4,11
Outono	09:00	3,09	2,14	2,73	4,59	3,63
Outono	10:00	4,76	3,69	2,73	6,44	1,78
Outono	11:00	5,72	3,69	3,33	7,33	0,89
Outono	12:00	5,47	4,04	3,21	7,33	0,89
Outono	13:00	3,33	4,52	2,26	6,37	1,85
Outono	14:00	3,80	4,40	2,73	6,30	1,92
Outono	15:00	4,04	1,19	2,14	4,86	3,36
Outono	16:00	3,80	1,07	1,66	6,10	2,13
Outono	17:00	2,50	0,25	1,43	5,27	2,95
Outono	18:00	0,36	0,00	0,00	0,68	0,68
% atividades		41,74	31,39	26,87	64,45	35,55
Inverno	06:00	2,35	0,42	1,01	1,82	6,40
Inverno	07:00	2,61	0,92	1,26	3,01	5,21
Inverno	08:00	2,86	0,92	3,19	3,39	4,83
Inverno	09:00	4,03	1,85	3,61	4,38	3,84
Inverno	10:00	6,72	1,68	3,28	5,45	2,77
Inverno	11:00	5,38	2,02	0,92	3,46	4,76
Inverno	12:00	5,97	2,35	2,77	4,52	3,70
Inverno	13:00	4,29	0,92	1,93	3,63	4,59
Inverno	14:00	5,04	2,44	4,96	5,38	2,84
Inverno	15:00	3,78	1,93	5,29	5,51	2,71
Inverno	16:00	1,93	2,02	2,69	5,62	2,60
Inverno	17:00	2,61	1,43	1,76	5,65	2,57
Inverno	18:00	0,25	0,34	0,25	0,79	0,58
% atividades		47,82	19,24	32,94	52,60	47,39
Primavera	06:00	3,69	2,66	1,64	2,66	5,52
Primavera	07:00	7,17	1,84	3,07	4,02	4,15
Primavera	08:00	5,12	3,48	3,28	4,09	4,09
Primavera	09:00	5,32	2,46	1,43	3,61	4,56
Primavera	10:00	5,73	1,43	3,89	5,04	3,13
Primavera	11:00	1,23	4,71	2,05	4,22	3,95
Primavera	12:00	2,87	1,23	2,87	2,59	5,58
Primavera	13:00	3,89	1,84	0,82	3,75	4,43
Primavera	14:00	2,46	0,41	1,02	2,72	5,45
Primavera	15:00	4,71	2,05	2,05	3,88	4,29
Primavera	16:00	5,94	0,82	1,43	2,79	5,38
Primavera	17:00	3,23	1,72	0,00	2,80	5,81
Primavera	18:00	0,45	0,00	0,00	0,45	1,06
% atividades		51,80	24,65	23,54	42,85	57,72

Continua...

Tabela 4A, Cont.

Estação	Horas	<i>Acacia mangium</i>	<i>Angico mirim</i>	<i>Eucalipto</i>	Sombra	Sol
Verão	06:00	3,95	0,72	1,52	3,51	4,70
Verão	07:00	4,04	1,79	0,18	3,93	4,29
Verão	08:00	4,93	0,99	1,08	3,56	4,66
Verão	09:00	3,77	0,90	2,15	3,47	4,75
Verão	10:00	4,30	1,41	3,14	4,52	3,70
Verão	11:00	3,95	1,35	1,70	3,56	4,66
Verão	12:00	5,74	1,35	4,12	5,71	2,51
Verão	13:00	4,84	2,64	4,04	5,89	2,33
Verão	14:00	5,56	1,52	3,95	5,84	2,37
Verão	15:00	6,90	1,88	1,61	5,29	2,92
Verão	16:00	3,32	1,70	1,35	4,52	3,70
Verão	17:00	1,97	1,42	3,50	5,11	3,10
Verão	18:00	0,37	0,09	0,19	0,71	0,71
% atividades		53,63	17,75	28,52	55,61	44,39

Tabela 5A – Resumo da análise de variância, para atributos fisiológicos de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária

FV	Temperatura Retal (°C)			Taxa de Sudação (g/m ² /h)		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P
Sistema	1	0,3413	0,166	1	1113.621	0,0005
Estação	3	0,02194	0,0001	3	350881.269	0,0001
Sistema x estação	3	1,5583	0,0001	3	8858.186	0,04054
CV (%)		1,06			40,57	
	Frequência Respiratória da Manhã (mov./min)			Frequência Respiratória da Tarde (mov./min)		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P
Sistema	1	717.8520833	0.0033	1	5031.0750	0,0001
Estação	3	4.8083333	0,9962	3	1720.5444	0,0002
Sistema x Estação	3	831,2083	0,0185	3	83.6333	0,8007
CV (%)		21,44			27,82	
	Temperatura Superfície da Manhã (°C)			Temperatura Superfície da Tarde (°C)		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P
Sistema	1	1215.1421	0,0001	1	998.7870	0,0001
Estação	3	79.2771	0,0060	3	182.7280	0,0001
Sistema x Estação	3	68,435	0,0129	3	131.2051	0,0002
CV (%)		14,02			14,90	

Tabela 6A – Resumo da análise de variância para atributos morfológicos do pelame de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária, em função das estações do ano

FV	Densidade Numérica (cm ²)			Espessura do Pelame (mm)			Comprimento do Pêlo (cm)		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor p
Sistema	1	56275.438	0,2544	1	15.8363438	0,1174	1	1.41988167	0,0056
Estação	3	783187.639	0,0001	3	122.5613839	0,0001	3	17.88057556	0,0001
Sistema x Estação	3	8693.317	0,8943	3	24.4961917	0,0115	3	0,06076556	0,7958
CV (%)		20,22			40,86			25,14	

Tabela 7A – Resumo da análise de variância para tempo em pé e deitado de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária

FV	Em Pé			Deitado		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P
Sistema	1	4.48206182	0,9796	1	4.48206182	0,9796
Estação	3	63863.6015	0,0001	3	63863.6015	0,0001
Sistema x estação	3	30393.9101	0,0001	3	30393.9101	0,0001
CV (%)		9,28			42,31	

Tabela 8A – Resumo da análise de variância do tempo de pastejo, ruminação e ócio de novilhas leiteiras, em sistema com sombreamento e braquiária

FV	Pastejo			Ruminação			Ócio		
	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P	GL	QM	Valor P
Sistema	1	33444.61	0,0148	1	31479.01	0,0018	1	129543.37	0,0001
Estação	3	1316.73	0,0001	3	74985.56	0,0001	3	51891.84	0,0001
Sistema x Estação	3	17432.48	0,0471	3	7013.77	0,0113	3	30336.99	0,0004
CV (%)		18,15			37,89			39,86	

Tabela 9A – Quantidade de matéria seca (kg/ha) de forragem de braquiária, nas diferentes estações do ano

Sistema							
Com sombreamento				Braquiária			
Estação do Ano				Estação do Ano			
Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
1368	1412	1984	1867	1302	1242	2079	1840
1345	1339	2059	1823	1360	1290	1977	1943