

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação da influência do sombreamento artificial no  
desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**

Maristela Neves da Conceição

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia. Área de concentração: Física do Ambiente  
Agrícola

Piracicaba  
2008

Maristela Neves da Conceição  
Engenheiro Agrônomo

**Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de  
novilhas leiteiras em pastagens**

Orientador:

Prof. Dr. IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia. Área de concentração: Física do  
Ambiente Agrícola

Piracicaba  
2008

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Conceição, Maristela Neves da  
Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas  
leiteiras em pastagens / Maristela Neves da Conceição. - - Piracicaba, 2008.  
137 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Bovinos leiteiros 2. Novilhas 3. Pastagens 4. Sombreamento 5. Temperatura  
animal I. Título

CDD 634.214  
C744a

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

*À*

*Sarah*

*razão da minha existência.*

Aos meus pais,  
Ezequiel e Maria Rosa,  
que não só me deram a vida, como constantemente me  
ensinam a desfrutá-la com muita fé e muita força.  
Aos meus irmãos,  
Anita, Elizabete, André, Adolfo e Ezequiel,  
com os quais sempre posso contar.

*Dedico.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre me conduz pelo caminho certo, mesmo quando eu teimo em querer seguir pelo errado.

Ao meu Orientador Iran José Oliveira da Silva, pela confiança, oportunidade e exemplo.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo e ao curso de Pós-Graduação de Física do Ambiente Agrícola, pelo curso de Doutorado.

Aos meus anjos da guarda, Tia Tó, Nailda, Ana, Hilton, Marina, Patrícia, Soraia, Flávia e tantos outros sem os quais eu não poderia ter realizado este trabalho.

À Solange Sabadin por conseguir transmitir uma sensação de confiança e carinho.

Aos colegas do NUPEA: Maurício, Mi, Angélica, Aurélio, Wagner, Zeca, Helinton, Fred, Afrânio, Valéria, Bete, Gisele, Natalia e Falcão, pelas discussões, trocas e descobertas.

Aos amigos: Sula, Paulo Hamakawa, Greice e Andréa, por estarem por perto quando precisei.

À Daniela N. Figueiredo, companheira, guerreira e maravilhosa, exemplo de que sempre temos algo a aprender, independentemente da idade do professor.

À professora Kesia O. Miranda, pela paciência e estímulo.

Aos professores do curso de Física do Ambiente Agrícola: Sergio Moraes, Paulo Sentelhas e Nilson Villa Nova, pelos ensinamentos e calma com tantas dúvidas.

Aos Professores do curso de Zootecnia: Sila Carneiro da Silva e Paulo Machado, pela disposição em esclarecer dúvidas e colocar questões.

Ao Dr. Marco Antonio Penatti pelas discussões e auxílio, desde a formação da idéia até a discussão dos resultados finais.

Ao Professor Flávio Augusto Portela dos Santos pela cessão do espaço e parte dos animais utilizados.

Aos funcionários Helio, Antônio, Jesuíno, Tim e Neco por sempre darem um jeito.

Ao Sr. Luis Semler, mais que um empreiteiro, um companheiro.

Aos estagiários: Alexandre C. Borkoski, Pamela S.A. Gonçalves, Thais de S. Bovi, Thalita K. Braidotti, Thiago A. Dini, Vinícios de C. Silva, Joaquim V. F. Ferreira, Luiz F.

R. Sacchett Dias, pelas noites em claro, pelos banhos de chuva, pelos tombos no barro, pelos lanches, pelas cervejas, pelos almoços, pelas conversas, pelo manejo com os animais e pela coleta de dados.

Aos veterinários, Leandro Ferreira Greco, Tiago José das Neves Neto e Arlindo José Dias Pacheco Jr. pelo auxílio com os animais.

Aos Professores Carlos Tadeu dos Santos Dias e Gerson Mourão Filho pela elaboração das análises estatísticas.

Às bibliotecárias da ESALQ: Eliana, Kátia e Sílvia pelo carinho com que desempenham suas funções.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto.

A chave não está em vencer ou perder, está em tentar. Posso nunca ser o que pretendo ou o que quero. Mas como vou saber, a menos que tente?

**Chris Claremont**





## SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT .....	15
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE TABELAS .....	19
1 INTRODUÇÃO .....	21
2 DESENVOLVIMENTO.....	23
2.1 Revisão bibliográfica .....	23
2.1.1 Produção de leite a pasto.....	23
2.1.2 Crescimento e desenvolvimento de novilhas .....	24
2.1.3 Trocas de calor e seus efeitos sobre os animais.....	26
2.1.4 Zona de termoneutralidade térmica.....	27
2.1.5 Índices de conforto térmico para a bovinocultura leiteira.....	28
2.1.6 Respostas fisiológicas .....	30
2.1.6.1 Freqüência respiratória.....	31
2.1.6.2 Temperatura retal.....	32
2.1.6.3 Temperatura da superfície do pelame.....	33
2.1.7 Respostas comportamentais .....	33
2.1.8 A sombra .....	34
2.1.8.1 Sombra artificial.....	35
2.1.8.1.1 Tela plástica .....	36
2.1.8.1.2 Cimento amianto x fibrocimento .....	36
2.1.8.1.3 Telhas galvanizadas.....	37
2.2 Material e Métodos.....	39
2.2.1 Tratamentos .....	39
2.2.2 Área de sombra e altura dos abrigos.....	39
2.2.3 Área das parcelas.....	40
2.2.4 Animais.....	42
2.2.5 Manejo.....	43
2.2.6 Determinação das variáveis meteorológicas.....	44
2.2.7 Determinação dos índices de conforto.....	45
2.2.8 Determinação das variáveis fisiológicas.....	46

2.2.9	Análise produtiva (peso dos animais)	47
2.2.10	Análise comportamental	48
2.2.10.1	Elaboração do catálogo de atividades	48
2.2.10.2	Determinação do comportamento	48
2.2.11	Análise estatística	49
2.2.11.1	Análise física	49
2.2.11.2	Análise fisiológica	49
2.2.11.3	Análise comportamental	51
2.2.11.4	Análise produtiva	52
2.2.12	Análise de custo	52
2.3	Resultados e discussões	53
2.3.1	Caracterização do ambiente meteorológico	53
2.3.2	Materiais de cobertura: sombreamento artificial	56
2.3.2.1	Análise física	56
2.3.2.1.1	Temperatura de globo negro ou globo de Vernon ( $t_{gn}$ )	56
2.3.2.1.2	Carga térmica radiante (CTR)	61
2.3.2.1.3	Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)	64
2.3.3	Análise fisiológica	68
2.3.3.1	Efeito do sombreamento nas variáveis fisiológicas	68
2.3.3.1.1	Frequência respiratória (FR)	68
2.3.3.1.2	Temperatura retal (TR)	75
2.3.3.1.3	Temperatura de pelame (TP)	80
2.3.2.2.2	Correlações	85
2.3.4	Análise comportamental	88
2.3.4.1	Análise do comportamento animal no ambiente com sombra	89
2.3.4.1.1	Frequência do uso da sombra	89
2.3.4.1.2	Posicionamento à sombra	92
2.3.4.2	Análise comparativa do comportamento dos animais em ambiente com e sem sombreamento	94
2.3.4.2.1	Pastejo	94
2.3.4.2.1.1	Com acesso à sombra	94
2.3.4.2.1.2	Durante as 24 horas	94
2.3.4.3	Ruminação	97

2.3.4.3.1 Com acesso à sombra.....	97
2.3.4.3.2 Durante as 24 horas.....	99
2.3.4.4 Deitado.....	101
2.3.4.4.1 Com acesso à sombra.....	101
2.3.4.4.2 Deitado durante as 24 horas.....	104
2.3.5 Análise produtiva (ganho de peso).....	107
2.3.6 Análise de custo.....	111
2.4 Conclusões.....	113
REFERENCIAS.....	115



## RESUMO

### **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**

Este estudo teve como objetivo avaliar e quantificar o efeito do sombreamento artificial proporcionado por diferentes tipos de materiais de cobertura sobre a fisiologia, o comportamento e o desenvolvimento de novilhas leiteiras, em ambiente de pastagens. A pesquisa foi realizada no período de 08/01/2007 à 30/04/2007. A área experimental foi dividida em 16 parcelas adjacentes e iguais com 84 m<sup>2</sup> cada. Foram comparados a testemunha (sem sombra) com três tipos de cobertura: telhas de fibrocimento sem cimento amianto, telhas galvanizadas e tela de polipropileno 80%. As dimensões dos abrigos foram 2m x 4m e 4m de altura (4m<sup>2</sup> de sombra.animal<sup>-1</sup>), sem paredes laterais. Foram utilizadas 16 novilhas Holandesas e 16 Hol x Jersey com idade e peso iniciais de 17,2 ± 5,6 meses e 265,3 ± 66,9kg, respectivamente, pareadas em função da uniformidade de peso e idade. As novilhas permaneciam em piquetes de capim elefante (*Penisetum purpureum*) durante a noite e após as 9:00h eram conduzidas para as parcelas. A t<sub>gn</sub> foi registrada por minidatalogger conectado a globo negro para cálculo de CTR e ITGU em cada parcela. As variáveis meteorológicas foram obtidas no posto agrometeorológico da ESALQ/USP. Semanalmente foram registradas FR, TR e TP. As observações comportamentais foram realizadas em dias não consecutivos por 24 horas pelo método focal. As pesagens dos animais foram realizadas mensalmente. As condições ambientais durante o período da pesquisa foram caracterizadas como estressantes para novilhas. A análise física dos materiais (t<sub>gn</sub>, CTR e ITGU) indicou diferença entre os materiais de cobertura (P<0,05) sendo a telhas de fibrocimento sem amianto a mais confortável termicamente, seguida da telha galvanizada e da tela. Os valores de FR foram menores sob as telhas de fibrocimento (P<0,05) e semelhantes entre telha galvanizada e tela (P>0,05), os valores de TR não apresentaram diferença entre tratamentos somente entre horários e para a TP houve diferença (P<0,05) entre o tratamento fibrocimento e a testemunha, porém não houve entre os demais (P>0,05). A FR apresentou as respostas mais imediatas às alterações ambientais. Houve correlação da TR com a FR e a TP. Não foram observadas alterações comportamentais entre os tratamentos, os animais ficaram sob as sombras nas horas mais quentes do dia, preferencialmente em pé, o comportamento diário seguiu os padrões conhecidos para bovinos. O ganho de peso não foi alterado pelos tratamentos. A análise de custo indicou a cobertura de fibrocimento como a mais indicada para a construção de abrigos considerando-se os resultados encontrados. A pesquisa indicou haver melhora no bem estar térmico das novilhas, porém, não conseguiu determinar ganhos efetivos na utilização da sombra.

Palavras-chave: Bovinos leiteiros; Novilhas; Pastagens; Sombreamento; Temperatura animal



## ABSTRACT

### Evaluation of the influence of artificial shade on dairy heifer development in pasture

The objective of the present study was to evaluate and quantify the effect of artificial shade given by different types of roofing materials on the physiology, behavior and development of dairy heifers in a pasture environment. The present study took place from January 8, 2007 to April 30, 2007. The experimental area was divided into 16 equal, adjacent plots with 84 m<sup>2</sup>. Three roofing treatments (fiber-cement roofing tiles without amianthus, galvanized roofing tiles and 80% polypropylene screen) were compared to a control (no shade). Shelter structures had no lateral walls and measured 2m x 4m x 4m height (4m<sup>2</sup> shaded per animal). Animals consisted of 16 Holstein heifers and 16 Holstein x Jersey heifers with initial age and weight being 17.2 ± 5.6 months and 265.3 ± 66.9 kg, respectively. Animals were equally distributed among the treatments according to weight and age. At night, heifers were kept in fields with *Pennisetum purpureum*, also known as “elephant grass”. After 9:00 am, animals were taken to the experimental plots. Black globe thermometer temperature ( $t_{bg}$ ) was measured using a mini-datalogger connected to a black globe. Values were then used to calculate Radiant Thermic Load (RTL) and Black Globe Humidity Index (BGHI) of each plot. Meteorological variables were obtained from the agricultural-meteorological post at the ESALQ/USP. Respiration rate (RR), rectal temperature (RT) and skin temperature (ST) were registered weekly. Behavioral observations were recorded every other day using the focal method. Animals were weighed monthly. Environmental conditions during the research period were characterized as stressful for the heifers. Physical analysis of the material ( $t_{bg}$ , RTL and BGHI) indicated the roofing treatments to be significantly different ( $P < 0.05$ ), with the fiber-cement roofing tiles without amianthus to be the most comfortable regarding temperature, followed by the galvanized roofing tiles and the 80% polypropylene screens. Respiration rate was lower under the fiber-cement roofing tiles ( $P < 0.05$ ) and similar under the galvanized tiles and polypropylene screen ( $P > 0.05$ ). RR values were lower under the fiber-cement tiles ( $P < 0.05$ ) and similar under the galvanized roofing tiles and polypropylene screen ( $P > 0.05$ ). There were no significant differences in RT values among treatments; however, a difference was found among data collection times. Concerning ST, fiber-cement tiles were significantly different from the control ( $P < 0.05$ ). On the other hand, there were no significant differences regarding ST among the other treatments ( $P > 0.05$ ). RR presented the most immediate response to environmental alterations. RT presented correlation with RR and ST. No behavioral alterations were observed among the treatments. Daily behavior followed known bovine patterns. Weight gain was not altered by the treatments. A cost analysis indicated fiber-cement roofing tiles to be better for shelter construction. The present study also indicated improved heifer thermal well-being; however, no effective gains could be determined from shade use.

Keywords: Dairy cattle; heifers; Pasture; Shade; Animal temperature





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui da área experimental com a distribuição dos tratamentos.....	41
Figura 2 – Imagem dos abrigos utilizados na pesquisa para o fornecimento de sombra .....	41
Figura 3 – Animal identificado de acordo com o piquete, bloco vermelho, piquete 1 animal 1 .....	43
Figura 4 – Localização do minitalogger protegido com o globo negro, nas parcelas .....	45
Figura 5 – Perfil das características físicas do ar: a) temperatura do bulbo seco ( $t_{bs}$ ); b) umidade relativa (UR%); c) entalpia (H) com os limites da faixa de conforto indicados para novilhas leiteiras. Ano de 2007.....	54
Figura 6 – Perfil das condições meteorológicas; (a) Insolação ( $h \cdot dia^{-1}$ ); (b) radiação solar ( $W \cdot m^{-2}$ ) nos meses de jan a abril de 2007 .....	55
Figura 7 – Valores médios da temperatura de globo negro ( $t_{gn}$ ) registrados nos quatro tratamentos ao longo do dia durante o período pesquisado.....	58
Figura 8 – Perfil da $t_{gn}$ (a) Dia de maior radiação solar (11/01/2007) e (b) Dia de menor radiação solar (06/01/2007) no período analisado .....	59
Figura 9 – Comparação entre os valores da radiação solar obtidos na estação meteorológica e os dados de CTR obtidos a partir dos valores da $t_{gn}$ da testemunha. Médias diárias entre 9:00h e 18:00h.....	62
Figura 10 – Valores da CTR ( $W \cdot m^{-2}$ ) obtidos sob os diferentes tipos de cobertura: (a) Fibro; (b) Galv e (c) Tela, comparados com a testemunha.....	63
Figura 11 – Gráfico das médias horárias dos valores de ITGU no período estudado .....	66
Figura 12 – Valores médios diurnos da temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}C$ ) e da radiação solar ( $W \cdot m^{-2}$ ) com a curva de tendência, nos dias de tomada de dados das variáveis fisiológicas .....	70
Figura 13 – Valores médios da frequência respiratória ( $mov \cdot min^{-1}$ ) registradas nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa .....	71
Figura 14 – Relação entre os valores da $t_{bs}$ (média das 12:00h a 14:00h) e dos valores de FR registrados às 13:00h durante o período experimental e limite superior de $t_{bs}$ (TCS) para novilhas leiteiras .....	72
Figura 15 – Valores médios da temperatura retal ( $^{\circ}C$ ) registradas nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa .....	78
Figura 16 - Valores médios da temperatura de pelame ( $^{\circ}C$ ) registrados nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa .....	83
Figura 17 – Frequência de utilização da sombra (média sob os três tipos de cobertura) e radiação solar nos dias de observação .....	90
Figura 18 – Utilização da sombra nos dias de análise e valores de radiação solar média no dia.....	91

Figura 19 – Distribuição média da freqüência de pastejo nos quatro tratamentos durante as 24 horas de observação.....	97
Figura 20 – Posicionamento dos animais na atividade de ruminação durante o horário das 10:00h às 16:00h.....	98
Figura 21 – Freqüência da atividade ruminando durante as 24 horas.....	101
Figura 22 – Freqüência com que os animais permaneceram deitados nas horas de maior radiação média dos dias de observação.....	103
Figura 23 – Freqüência com que os animais permaneceram deitados nas horas de maior radiação no dia 10/03/2007.....	103
Figura 24 – Freqüência com que os animais permaneceram deitados nas 24 horas de observação, média dos dias observados.....	106
Figura 25 – Distribuição dos principais comportamentos, média dos tratamentos.....	106
Figura 26 – Média de ganho de peso dos animais por tratamento durante o período da pesquisa (a) animais jovens; (b) animais mais velhos.....	109
Figura 27 – Média de ganho de peso dos animais por tratamento durante o período da pesquisa separados por raça (a) holandesas; (b) mestiças.....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de novilhas necessárias, de todas as idades, para um plantel de cem vacas, em função da idade à primeira cria .....	25
Tabela 2 – Características dos animais e distribuição nos tratamentos .....	42
Tabela 3 – Ingredientes e composição média nutricional dos concentrados com base na formulação feita pelo NRC (2001) .....	43
Tabela 4 – Descrição do catálogo de atividades adotado para a determinação do comportamento.....	48
Tabela 5 – Caracterização meteorológica dos meses da realização da pesquisa em campo.....	53
Tabela 6 – Radiação solar incidente e resultado da interação entre os valores médios da $t_{gn}$ (°C) para tratamento e horas do dia.....	57
Tabela 7 – Desdobramento da interação tratamento x hora do dia da carga térmica radiante (CTR), valores de radiação solar e percentual de redução da CTR em relação à testemunha .....	61
Tabela 8 – Resultado da Interação entre tratamentos e horas do dia para os valores médios do Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) .....	65
Tabela 9 – Resultado da comparação de médias para a Frequência respiratória (FR) obtidas nos três períodos analisados .....	69
Tabela 10 – Valores médios da FR por horário e desdobramento da interação tratamento x horário nos três períodos .....	70
Tabela 11 – Equações de regressão e correspondentes $R^2$ para a frequência respiratória (FR) em função da $t_{bs}$ nos tratamentos.....	73
Tabela 12 – Valores normais e estressantes da frequência respiratória (FR), segundo autores.....	73
Tabela 13 – Efeito da presença de sombra sobre a frequência respiratória (FR) de bovinos de acordo com autores.....	74
Tabela 14 – Resultado médio e comparação de médias da TR entre os tratamentos nos três períodos estudados .....	76
Tabela 15 – Comparação dos valores de temperatura retal (TR) registrados nos três horários de coleta de dados nos três períodos.....	76
Tabela 16 – Efeito da presença de sombra sobre a temperatura retal (TR) de bovinos de acordo com autores .....	79
Tabela 17 – Resultado médio e comparação de médias da TP entre os tratamento nos três períodos estudados .....	81
Tabela 18 – Valores médios da TP por horário e por tratamento observados nos três períodos.....	82

Tabela 19 – Efeito da presença de sombra sobre a temperatura de pelame (TP) de bovinos de acordo com autores .....	84
Tabela 20 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os índices de conforto e as variáveis fisiológicas durante o período experimental. Análise dos valores originais.....	86
Tabela 21– Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e fisiológicas durante o período experimental. Análise dos resíduos.....	87
Tabela 22 – Freqüência da utilização da sombra nos tratamentos médias horárias .....	89
Tabela 23 – Freqüência de utilização da sombra nos os três tratamentos no período das 10:00h às 16:00h, nos dias de observação.....	90
Tabela 24 – Media horária da freqüência com que os animais permaneceram deitados na sombra .....	93
Tabela 25 – Valores da freqüência da atividade pastando nas 24 horas e médias por tratamento por horário.....	95
Tabela 26 – Freqüência da atividade ruminando no horário das 10:00h às 16:00h .....	98
Tabela 27 – Freqüência de permanência na atividade ruminando e percentual deitado. Média horária dos dias de observação .....	100
Tabela 28 – Resultado da média horária da freqüência de estar deitado nos quatro tratamentos e média por horário .....	102
Tabela 29 – Freqüência do comportamento deitar nos quatro tratamentos.....	105
Tabela 30 – Ganho de peso e erro padrão das médias para os quatro tratamentos...	107
Tabela 31 – Peso médio inicial e final das novilhas e ganho acumulado no período em função dos tratamentos.....	108
Tabela 32 – Custo real do material utilizado na construção dos abrigos .....	112
Tabela 33 – Relação de custo dos abrigos para o sombreamento de 30 novilhas leiteiras.....	112

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma produção leiteira baseada em pequenos produtores, 72% da produção de leite nos estados de São Paulo e Minas Gerais provém de propriedades com produção média diária de 100 litros a 500 litros (LEITE BRASIL, 2006). Além disso, de acordo com dados do IBGE, 2008, a média de produção de leite por dia e por vaca é de 3,4 litros. Verifica-se, portanto, que grande parcela da produção de leite provém de pequenas propriedades com animais de baixa produção e conseqüentemente com baixa produtividade. Por outro lado, alguns produtores de leite têm demonstrado que a criação de bovinos leiteiros de alta produtividade com alimentação baseada em pastagens, algo considerado utópico no Brasil há alguns anos, hoje é uma realidade, graças a constantes pesquisas na área de genética, nutrição e manejo de pastagens.

Dados da FAO (2006) apontam para um aumento na demanda mundial por leite oriundo de sistemas orgânicos, definido pelo National Organic Program dos EUA como aquele em que as vacas passam no mínimo 120 dias por ano nas pastagens (ESTADOS UNIDOS, 2007). A pecuária leiteira brasileira, em função da sua característica produtiva, possui um grande potencial para suprir esta demanda, bastando para tanto aprimorar e difundir técnicas voltadas para este segmento.

Uma das razões apontada para a baixa produtividade de leite nas regiões tropicais é o clima quente que impediria um desempenho adequado dos animais mais produtivos, pois, verifica-se que, com o aumento na temperatura ambiente, mesmo com pasto abundante, há queda na produção de leite. A busca dos animais por sombra e lugares mais frescos é evidente, comprovando a necessidade de se atenuar os efeitos do calor, porém o que se observa é que são raras as propriedades com disponibilidade de uma simples sombra, seja ela provida por árvores ou qualquer tipo de cobertura.

Em função da demanda dos produtores foram realizadas pesquisas sobre o condicionamento ambiental para animais adultos em várias regiões tropicais do mundo, inclusive no Brasil. O que se verificou foram resultados divergentes. Houve consenso entre os autores quanto ao efeito dos condicionadores ambientais sobre as reações fisiológicas, observando-se uma redução, principalmente, na freqüência respiratória, porém, esta redução no ofego do animal nem sempre foi acompanhada por um

aumento na produção de leite o que impediu que se obtivesse uma resposta definitiva sobre qual o melhor tipo de condicionamento ambiental para estes animais.

Dentro da produção leiteira a criação de animais jovens é de suma importância, pois as novilhas de hoje serão as vacas de amanhã, e o que se espera é que estes animais sejam mais produtivos ou que, no mínimo, tenham produções iguais às de suas mães. Uma vez atendidas as necessidades nutricionais e sanitárias o entrave, ao aumento na produtividade, passa a ser o bem-estar do animal e a forma como o clima pode afetar o seu desempenho. A criação de novilhas, na maior parte das fazendas leiteiras, dá-se utilizando pastagens, mesmo quando as vacas em produção são confinadas. Nessas condições, o fornecimento de sombra garante a redução da carga térmica, proporcionando um ambiente mais fresco durante as horas mais quentes do dia. Observa-se, no entanto, um pequeno número de pesquisas com esta categoria animal.

O comportamento é a forma menos invasiva de determinar o estresse animal. Estudos etológicos demonstraram que o comportamento animal segue padrões determinados pela espécie, raça, idade, condição nutricional e sanitária, e pelo conforto do animal. O animal busca situações que lhe são benéficas escolhendo, entre várias opções a que demanda menor consumo de energia. Pouco se conhece do efeito que a presença de sombra exerce sobre o comportamento de novilhas leiteiras e de que forma essas alterações podem afetar as atividades de pastejo e ruminação e, conseqüentemente o ganho de peso.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar e quantificar o efeito de diferentes tipos de sombreamento artificial sobre o desenvolvimento, alterações fisiológicas e comportamentais de novilhas especializados para produção de leite em sistemas de pastagens de alta produção. Sendo os objetivos secundários a avaliação do efeito da qualidade térmica da sombra obtida sob diferentes materiais de cobertura, e a determinação do material mais adequado para a confecção de abrigos para novilhas leiteiras em pastagens e a avaliação do efeito do sombreamento sob os aspectos produtivos e econômicos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão bibliográfica**

Uma revisão no modelo que orienta o desenvolvimento da produção animal é urgente. Ao caracterizar os extremos na escala de produtividade como situações que oferecem maiores riscos para o bem estar, tanto de humanos como de animais, assume-se ser equivocada a busca frenética pelo aumento de produtividade. Isto leva a concluir que o melhor caminho é o caminho do meio, o que implica na necessidade de se estabelecer limites para o aumento de produtividade, de forma a não colocar pressão excessiva sobre as pessoas e animais na produção animal (PARANHOS DA COSTA, 2005).

Deve-se considerar que desde 1996, já era preconizado que a lucratividade do setor leiteiro depende de um elo entre os princípios corretos de manejo e um ambiente confortável e de alta qualidade para os animais. O entendimento das inter-relações básicas entre conforto animal, desempenho e lucratividade tem despertado grande interesse entre os técnicos do mundo todo, mas, apesar disso, muito ainda se tem a conhecer sobre essa interação entre o homem e os animais. (SANDERSON, 1996).

Para que haja eficiência na produção de leite é necessária a utilização de animais especializados, bom manejo reprodutivo, sanitário e nutricional e, principalmente, o fornecimento de condições adequadas de conforto, especialmente térmico. Estes requisitos independem do sistema de produção adotado, seja ele baseado em pasto ou em confinamento, com alto ou baixo nível de concentrado, com vacas Holandesas, Jersey, Pardas Suíças ou mestiças. O conceito de vaca especializada não está relacionado à pureza racial, tipo ou aparência do animal, mas sim a aspectos produtivos, como potencial genético, persistência da lactação, eficiência reprodutiva e outros (SANTOS, 2000).

#### **2.1.1 Produção de leite a pasto**

Os dados de produção de leite baseados em sistemas que exploram exclusivamente pastagens demonstram que as forrageiras tropicais não suportam o atendimento das exigências nutricionais de vacas em lactação com produções acima de 12 a 15 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Em contrapartida, diante do seu elevado potencial de



produção de matéria seca (MS), a produção de leite por área, pode ser muito alta, superior à obtida com plantas de clima temperado. Sendo assim, sistemas que exploram intensivamente gramíneas tropicais, convivem com menores produções por vaca, porém, têm compensado este fato pela alta produção de leite por área. (SANTOS; JUCHEM, 2000; SANTOS et al., 2003).

Foi significativa a evolução do conhecimento na área de forrageiras e pastagens nestes últimos 10 anos, chegando-se a produções de 50 kg de leite há<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>, com uma utilização mínima de concentrado, porém, ainda existe muita demanda por pesquisas para que se possa atingir uma exploração eficiente das pastagens, bem como uma maior difusão destas tecnologias e assessoramento aos produtores para que estas tecnologias desenvolvidas possam vir a ser aplicadas no campo (MARTINEZ, 2004, PEREIRA et al., 2005).

Há uma tendência mundial de busca por alimentos mais saudáveis, de elevado valor nutritivo e isentos de qualquer tipo de contaminantes, a chamada agropecuária orgânica. Neste contexto a utilização de pastagens como fonte principal de alimentação do gado leiteiro passa a ser um diferencial na produção. No Brasil, a produção de leite orgânico ainda é modesta e regionalizada. Para que haja uma implantação efetiva, há a necessidade de adaptações tecnológicas para as condições tropicais, além de melhorias no aspecto sanitário, na rastreabilidade, na inspeção das certificadoras e na assistência técnica, para que a produção e a exportação de leite orgânico passem a ser competitiva, significando uma mudança no perfil da cadeia láctea (HEINEMANN et al, 2005).

### **2.1.2 Crescimento e desenvolvimento de novilhas**

Dentro do processo de produção de leite, a criação das bezerras e, posteriormente, das novilhas, é de fundamental importância, pois elas representam o futuro da produção. Aproximadamente 30% do rebanho deve ser renovado anualmente em um sistema eficiente de produção. Observa-se, no entanto, que em muitas propriedades esta atividade é negligenciada.

A idade à primeira cria é determinante na lucratividade de uma propriedade leiteira, pois está diretamente relacionada ao número de animais improdutivos no

rebanho. Lucci (1989) exemplifica na Tabela 1, para um rebanho de 100 vacas, o significado da idade à primeira cria.

Tabela 1 – Número de novilhas necessárias, de todas as idades, para um plantel de cem vacas, em função da idade à primeira cria

Percentagem de descarte do rebanho	Idade à primeira cria (meses)		
	24	30	36
25	55	69	83
30	66	83	99
35	77	97	116

Fonte: MENZI, JR (1983) citado por Lucci, (1989)

De acordo com VandeHaar (1997), para novilhas da raça holandesa nos Estados Unidos, criadas em sistema de confinamento, espera-se um animal com peso de 600 kg antes dos 24 meses, para isso a novilha deve ter ganho médio diário, até esta idade, de aproximadamente 800g. Como durante os três primeiros meses de vida e no final da gestação os ganhos são menores, durante a fase pré-púbere, os ganhos devem ser de aproximadamente 900g por dia. De acordo com o autor, nesta fase não só a nutrição é importante para o adequado desenvolvimento mamário como também bem-estar e o conforto térmico do animal. Machado (2005) cita que o ideal para novilhas holandesas, criadas em confinamento, no Brasil, é um ganho de peso diário de 770g, sendo a cobertura realizada quando o animal apresentar de 400kg a 430kg. Segundo o autor, a alimentação, a sanidade e a existência de sombra são essenciais para o bom desenvolvimento dos animais. Dados obtidos, no Brasil, por Val et al. (2004), também com novilhas holandesas confinadas, mostram números mais modestos. Os autores fizeram um levantamento de 8 anos em rebanhos comerciais e encontraram ganhos médios diários do rebanho de 630g e peso ao primeiro parto de 602kg aos 27 meses.

Estudos mostraram que altas taxas de ganho de peso antes do início da puberdade estão associadas com redução do desenvolvimento da glândula mamária, no que diz respeito ao tecido parenquimal, com conseqüente redução na produção de leite. Segundo Sejrsen e Purup (1997), nível de alimentação, resultando em ganhos superiores a 600g - 700g por dia pode ter efeito negativo na glândula mamária.

Sejrsen et al. (1982) demonstraram experimentalmente que altos ganhos de peso durante a fase alométrica de crescimento da glândula mamária podem reduzir o

desenvolvimento mamário em termos de células secretoras, reduzindo conseqüentemente, o potencial de produção desses animais.

A estratégia mais utilizada com o intuito de se limitar o ganho de peso na fase pré-púbere é a redução da densidade energética da dieta. Essa prática é, geralmente, realizada através da inclusão de maior proporção de forragem na dieta e, em algumas situações, inclusão de forragens de menor qualidade, que acabam "satisfazendo" o animal através de limite físico de consumo.

Heinemann et al. (2005) propõem um sistema em que as novilhas disponham de uma área exclusiva de 13% dentro da área total de pastagens e façam o repasse do pasto após a saída das vacas leiteiras, havendo, desta forma, uma maior utilização da pastagem com um maior aproveitamento da forrageira.

Animais criados a pasto são mais leves e menores do que animais confinados. Machado (2004) coloca que podem se esperar ganhos de 500g/dia a partir dos 270 dias de idade em novilhas criadas a pasto, desde que o pasto seja de boa qualidade, manejado de forma rotacionada e que os animais sejam suplementados na época seca.

Um problema apontado como prejudicial ao desenvolvimento de novilhas criadas a pasto, em regiões de clima quente, é o estresse pelo calor que afeta o ganho de peso e o desenvolvimento corporal. O estresse pelo calor altera quantitativa e qualitativamente a ingestão de alimento e o metabolismo animal, principalmente por meio do controle endócrino (SILVA, 2000). Porém, de acordo com Chester-Jones e Linn (2006), a criação de novilhas em pastagens recebendo alimentação suplementar e proteção contra intempéries, pode garantir um eficiente desenvolvimento, além de ser mais econômico para o criador.

### **2.1.3 Trocas de calor e seus efeitos sobre os animais**

Existem quatro vias básicas de troca de calor entre o organismo animal e o meio: radiação, condução, convecção e evaporação. As três primeiras referem-se a formas sensíveis de transferência de calor e necessitam de um gradiente térmico para seu funcionamento, e a quarta refere-se a perdas de calor de forma latente. A radiação é a transferência de energia térmica através de ondas eletromagnéticas, que constituem uma fração do espectro eletromagnético, a qual se estende desde o final da faixa de luz

visível até o início da faixa de microondas. A principal fonte de radiação é o sol. Da radiação solar que penetra a atmosfera 30% é refletida pelas nuvens, 33% absorvida ou dispersa na atmosfera, 6% refletida pelas superfícies, restando 31% para ser absorvida pelas superfícies. Desta forma, animais em campo aberto estão sujeitos a diferentes tipos de radiação (SILVA, 2000).

Dentro da zona de conforto térmico as formas sensíveis de perda de calor correspondem a 75% do total de perdas. Em condições de temperaturas elevadas é acionado o mecanismo de transferência de calor por processos evaporativos, ou formas latentes de perda de calor, que podem chegar a 80% da perda de calor, quando o animal se encontra acima da zona de conforto (SILVA, 2000).

Quando a temperatura ambiente ultrapassa os valores máximos de conforto para o animal, a umidade relativa assume fundamental importância na eliminação de calor, porque, em condições de umidade elevada, o ar saturado irá inibir a evaporação da água pela pele e sistema respiratório, dificultando as perdas evaporativas (SOTA, 1996).

#### **2.1.4 Zona de termoneutralidade térmica**

Yousef e Johnson (1985) afirmam que a zona de termoneutralidade varia com o estado fisiológico e as condições ambientais às quais estão sujeitos os bovinos leiteiros. Desta forma, um animal jovem não apresenta a mesma faixa de temperatura de conforto que um animal adulto ou em produção.

Para novilhas leiteiras, Nääs (1998) apresenta como faixa de conforto temperaturas entre 10°C e 26°C com umidade relativa do ar de 75%.

Baccari Jr. et al. (1983)<sup>1</sup>, citados por Silva (2000), encontraram perdas na taxa de crescimento de novilhas, acompanhadas por 5 semanas, em condições de estresse térmico, quadro este revertido, através do ganho compensatório, quando os animais foram transferidos para ambientes com temperatura de 20°C, considerada pelos autores como de termoneutralidade.

Fox e Tylutki (1998), ao proporem o modelo utilizado como base para as normas do NRC 2001 para nutrição de novilhas, consideraram a velocidade do vento, a

---

<sup>1</sup> BACCARI, F. JR.; JOHNSON, H.D. HAHN, G.L. Environmental heat effects on growth, plasma T3 and post-heat compensatory, effects on Holstein calves. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** .p. 173-312, 1983.

temperatura do ar e a umidade relativa, com dados de Baeta et al (1987)<sup>2</sup>. A faixa de temperatura considerada como de conforto para uma velocidade de vento de 0,5 m.s-1 e uma umidade relativa de 80% ficava entre 18°C e 26°C, com umidade de 40% a faixa de temperatura ficava entre 18°C e 26°C. Com velocidade do vento de 4,0m/s a faixa de conforto seria de 18°C e 28 °C com UR de 40% e 18°C e 24 °C com UR de 80%.

### **2.1.5 Índices de conforto térmico para a bovinocultura leiteira**

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para caracterizar e quantificar as zonas de conforto adequadas às diferentes espécies animais, apresentando em uma única variável, tanto os fatores meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) como o estresse que tal ambiente possa estar causando no momento (CLARK, 1981).

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi desenvolvido por Thom (1959) como um índice de conforto para humanos e é até hoje um dos mais utilizados em trabalhos sobre conforto térmico em gado leiteiro, embora vários autores já tenham demonstrado que este índice, por considerar apenas a temperatura e a umidade do ar, não represente as condições ambientais em que estão inseridos os animais (MATARAZZO, 2004; MARTELLO, 2006; SILVA et al, 2007).

Em 1932, Vernon propôs a utilização de um globo oco, pintado de preto, no interior do qual foi colocado um termômetro para medir sua temperatura interna. De acordo com o autor, a temperatura indicada pelo globo proveria uma estimativa dos efeitos combinados da energia radiante procedente do meio, em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico proporcionado pelo ambiente nestas condições (SILVA, 2000). Desde então, vários pesquisadores, do mundo todo, na área de bioclimatologia animal, têm utilizado este instrumento para estabelecer a diferença na qualidade térmica sob telhados, abrigos ou à sombra de árvores (GUISELINI et al., 1999; MARTINS et al., 2001; SEVEGNANI et al., 1994; SILVA et al. 1990). Enquanto outros o utilizaram para determinar as condições ambientais em sistemas de criação animal (BARBOSA F°;

---

<sup>2</sup> BAETA, F.C.; MEADOR, N.F.; SHANKLIN, M.D.; JOHNSON, H.D.. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating dairy cows. Paper 87-4015 in St. Joseph: Proc. Am. Society Agric. Eng. Am. Soc. Agric. Eng., 1987.

2008; DAMASCENO, et al. 1998; GARRET, 1967; KAWABATA et al., 2005; MATARAZZO, 2004; PANDORFI, 2005; PERISSINOTTO, 2008; ROMAN-PONCE et al., 1977; YAMAMOTO et al., 1984 entre outros). O índice de globo negro e umidade (ITGU) foi desenvolvido por Buffington et al. (1981) como um índice de conforto térmico para vacas leiteiras expostas à radiação solar direta e indireta. O ITGU é calculado substituindo-se em uma das fórmulas do ITU, o termo referente à temperatura do termômetro de bulbo seco pela temperatura do globo negro. De acordo com Silva (2000) o termômetro de globo é uma maneira de indicar os efeitos combinados da radiação, convecção e sua influência no organismo vivo. Desta forma, o ITGU seria um índice mais apropriado para determinar o conforto térmico de vacas expostas a condições tropicais, com temperaturas elevadas e radiação solar intensa.

Baêta (1997) cita o National Weather Service (EUA), que estabelece as seguintes faixas para o ITGU: até 74 indica condição de conforto para os bovinos, entre 75 e 78 a situação é de alerta, 79 a 84 caracteriza perigo e acima de 84 depara-se com situação de emergência. Baccari Jr (1998) cita que a produção de leite apresenta uma correlação mais alta com o ITGU do que com o ITU.

Martello (2006), trabalhando com vacas leiteiras, não verificou sinais de estresse nos animais ou queda de produção quando os índices apresentaram valores dentro das faixas consideradas críticas, para ambos os índices e questiona a utilização dos limites destes índices para as condições brasileiras.

A carga térmica radiante do ambiente (CTR) é a radiação eletromagnética total recebida por um corpo, sendo, portanto um dos principais componentes do balanço energético de um animal (VILLA NOVA et al., 1975). Para que seja determinada a CTR de um ambiente, é necessário conhecer a temperatura média radiante (TMR), que é a temperatura correspondente ao fluxo radiante emitido pela atmosfera, admitida como um corpo negro ao qual se aplica a lei de radiação de Stefan-Boltzman.

Pode-se determinar a temperatura radiante de uma forma simplificada, utilizando-se a temperatura do globo negro, ou globo de Vernon (ESMAY, 1978; SILVA, 2000; VILLA NOVA et al., 1975). De acordo com Yamamoto et al. (1994) a temperatura de globo apresenta vantagens em relação a outros instrumentos de medida de radiação solar, pois, além de integrar parâmetros complexos de radiação, ainda expressa o

resultado em unidade de temperatura. Esmay (1978) propôs uma equação para a determinação da CTR utilizando a temperatura do globo negro.

A CTR provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico, desde que se suponha não haver trocas térmicas por evaporação entre o ambiente e o animal considerado.

A entalpia (H) é uma propriedade física que determina a quantidade de energia armazenada nas substâncias. Para o ar atmosférico, que é uma mistura de ar seco mais vapor de água, esta propriedade poderá ser determinada conhecendo-se a temperatura do ar e a quantidade de vapor. Desta forma, quanto maior o valor da entalpia maior a quantidade de energia presente no ar e maior o desconforto encontrado pelos animais, pois a perda de calor através de processos evaporativos torna-se mais difícil. Vários autores têm utilizado esta propriedade como um índice para medir o desconforto de animais como aves, suínos e bovinos (ALVES, 2006; BARBOSA Fo, 2008; CHU et al., 2005; MATARAZZO, 2004; MOURA et al., 1997; PANDORFI, 2005; PERISSINOTTO, 2003; ROMA JR., 2004; SARUBI, 2005).

Albright (1990) propôs uma equação para a determinação da entalpia do ar na qual as variáveis eram a razão de mistura entre ar seco e ar úmido e a temperatura do ar, Villa Nova (2007)<sup>3</sup> simplificou a equação para que o valor da entalpia pudesse ser calculado a partir do conhecimento da temperatura do ar, da UR% e da pressão atmosférica do local.

### **2.1.6 Respostas fisiológicas**

Os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de bovinos leiteiros como a frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura de pelame (TP), têm sido bastante estudados, principalmente para animais em lactação, como uma forma de caracterizar situações de estresse. De acordo com Zwald (2007), pesquisas sobre efeitos do estresse térmico em novilhas leiteiras são escassas, porém

---

<sup>3</sup> Comunicação pessoal.

os estudos realizados com animais adultos sugerem que os efeitos para os animais jovens sejam semelhantes.

### **2.1.6.1 Freqüência respiratória**

O aumento na freqüência respiratória (FR) ou taquipnéia é o primeiro sinal visível de resposta ao estresse pelo calor, embora se situe em terceiro lugar na seqüência dos mecanismos de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese ocorrem previamente (BACCARI JR., 2001). Quando o aumento da FR ocorre por curto período, caracteriza-se como um mecanismo eficiente de perda de calor. Entretanto, quando este mecanismo passa a ser exigido durante períodos prolongados pode acarretar problemas aos animais, tais como: interferir na ingestão de alimentos e ruminção, proporcionar calor endógeno adicional em função da atividade muscular (ofegação), desviar energia de outros processos metabólicos e, ainda, reduzir a capacidade combinante do CO<sub>2</sub> com conseqüente redução na concentração de ácido carbônico no sangue, resultando em alcalose respiratória (BENJAMIN, 1981).

Brown-Brandl et al. (2005), em pesquisa realizada no estado de Nebraska, EUA, com gado de corte, buscaram uma reação fisiológica que fosse eficiente na determinação do estresse em animais criados a pasto e concluíram que a FR foi o melhor indicador de estresse pelas seguintes razões: 1) apresentou pequena ou quase nenhuma defasagem em relação à temperatura ambiente; 2) sofreu alterações sob todas as temperaturas do ar pesquisadas; 3) é de fácil monitoração, não dependendo de equipamentos caros para sua determinação. Eigenberg et al. (2005) e Mader et al. (2006) também utilizaram a freqüência respiratória como forma eficiente e não invasiva de determinar o desconforto térmico sentido pelos animais. Silva et al. (2007) colocam também a FR como uma resposta fisiológica determinante no estabelecimento do estado de conforto de bovinos leiteiros.

Não existe um consenso entre os autores sobre qual seria a faixa de FR dentro da qual os bovinos leiteiros estivessem em conforto térmico. A maioria das pesquisas têm sido realizada com animais adultos e os valores considerados como normais, ou seja, com os animais em conforto, variam de 18 a 60 mov.min<sup>-1</sup> (ANDERSON; JONASSON, 1996; HAHN; MADER, 1997; MACDOWELL, 1976) enquanto a faixa de estresse



térmico varia de 44 a 160 mov.min<sup>-1</sup> (BACARI, 2001; BERMAN et al., 1985; HAHN; MADER, 1997; MACDOWELL, 1976).

#### **2.1.6.2 Temperatura retal**

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela temperatura retal (TR), seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes (SILVA, 2000). A temperatura retal média para bovinos acima de um ano é de 38,5 ±1,5°C. Esta temperatura é mantida mediante regulação entre a formação de calor e sua liberação do organismo (ROBERTSHOW, 2006).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. O calor necessário para manter a temperatura corporal deriva do metabolismo energético (oxidação de nutrientes dos alimentos ingeridos) e da absorção da radiação solar direta ou indireta (BACCARI JR., 2001).

A temperatura corporal é um evento biológico de recorrência periódica, obedecendo a um ritmo circadiano, ou seja, ritmo que se repete a cada 24 horas. A flutuação diária é geneticamente determinada. Seu objetivo é preparar o organismo antecipadamente para as mudanças previsíveis da alternância do dia e da noite (CIPOLA-NETO et al., 1988).

Nas condições de termoneutralidade, a temperatura retal de bovinos holandeses apresentou correlação mais alta (0,96) com a hora do dia do que com a temperatura do ar (0,71), no período das 8 às 18 horas. A partir das 15 horas, a temperatura do ar começou a cair, enquanto a temperatura retal continuou a aumentar, mostrando que, durante o dia, esta se eleva mais em função do metabolismo animal do que da temperatura ambiente (BACCARI JR., 2001).

A referência fisiológica para essa variável está entre 38 e 39,5°C sob condições termoneutras (ROBERTSHOW, 2006). A medida da temperatura retal é usada freqüentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997).

### **2.1.6.3 Temperatura da superfície do pelame**

A capa externa dos bovinos, constituída pelo pelame, é importante nas trocas térmicas entre o organismo e o meio além de estar ligada à proteção mecânica e à proteção da radiação solar (SILVA, 2000). A temperatura do pelame (TP) é uma medida de fácil obtenção e pode ser realizada a distância, sem a necessidade de conter o animal, basta para isso utilizar-se de um termômetro de infravermelho.

De acordo com Collier et al. (2006), o uso do termômetro de infravermelho tem sido uma alternativa de baixo custo para estimar a temperatura do pelame dos animais. Segundo os autores, se a temperatura do pelame for abaixo de 35°C indica que o animal pode utilizar efetivamente as quatro vias de troca de calor. Martello et al. (2004) demonstraram que a temperatura da pele de vacas Holandesas alojadas em instalações climatizadas pode variar de 31,6°C (às 6:00h) a 34,7°C (às 13:00h), sem indicar que o animal esteja sofrendo estresse por calor.

### **2.1.7 Respostas comportamentais**

O estresse calórico pode ser evidenciado, também, através de alterações comportamentais do animal. Toda modificação do processo biológico para regular a troca de calor pode ser classificada como modificação do comportamento. Sob este enfoque, a alteração do comportamento refere-se à mudança dos padrões usuais de postura, movimentação e ingestão de alimentos, que podem ocorrer sob o efeito do estresse calórico. Essas alterações são realizadas pelo animal com o objetivo de reduzir a produção ou promover a perda de calor, evitando estoque adicional de calor corporal. A redução no consumo de forragem em relação ao concentrado, a procura de sombra quando em pastagens, e a relutância das fêmeas em montar umas às outras, quando em cio, são alguns exemplos. Mudanças de comportamento, visando promover a eliminação de calor, ocorrem principalmente no sentido de maximizar a dissipação de calor por condução e/ou convecção (HODGSON, 1990; KENDAL et al., 2006; MATARAZZO, 2004; PAES LEME et al., 2005; PIRES et al., 1997, 2001; TITTO, 2006).

Pires et al. (1997) verificaram que durante o verão os animais permaneceram mais tempo em pé, ruminando ou em ócio e aumentaram o número de visitas ao comedouro. As vacas alimentaram-se mais no período noturno, evitando a ingestão entre as 6:30h e

17:00 horas. Nas pastagens sem sombra, os animais apresentaram sintomas de estresse calórico que se manifestou por movimentação excessiva, agrupamento nos extremos do piquete, ingestão freqüente de água e descanso na posição em pé. De acordo com os autores, caminhar excessivamente visa otimizar o resfriamento através da evaporação, essas vacas posteriormente podem estar cansadas para pastejar e deitam-se nas horas mais frescas do final da tarde, quando vacas, com acesso à sombra, começam a pastar.

Paes Leme et al. (2005) demonstraram haver um aumento significativo no tempo que vacas leiteiras permaneceram à sombra durante o verão, quando lhes é proporcionado livre acesso a áreas sombreadas. Damasceno et al. (1999) citam estudos sobre o efeito das condições ambientais no comportamento alimentar: com o aumento da temperatura do ar há uma redução no número e na duração das refeições.

#### **2.1.8 A sombra**

O controle ambiental torna-se necessário quando se observam nos animais sinais de estresse causados pelos efeitos climáticos. Para animais em pastagens nas regiões tropicais, a forma mais econômica para proporcionar conforto e bem estar térmico é a utilização de sombra.

A sombra para vacas leiteiras é considerada essencial para minimizar perdas na produção de leite, de acordo com alguns autores na faixa de 30% a 50%, e na eficiência reprodutiva. A eficiência da sombra dependerá da sua correta adequação ao ambiente e aos animais (COLLIER et al., 2006; WEST, 1999). Tucker et al. (2008) citam ainda os efeitos benéficos da sombra sobre o comportamento e as respostas fisiológicas de vacas.

Carvalho e Olivo (1990) conduziram pesquisa com novilhas em pastagem, com e sem sombra, e demonstraram o efeito positivo da sombra no ganho de peso e na redução da temperatura retal e da freqüência respiratória. Yamamoto et al. (1994) demonstraram ser o efeito associado da radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento mais importante sobre a fisiologia de bezerras leiteiras do que apenas a temperatura do ar.

A escolha do melhor tipo de sombra natural (espécies arbóreas) ou artificial (tipos de telhas ou coberturas) é difícil, pois a comparação é limitada pelo pequeno número de materiais que podem ser testados simultaneamente (TUKER et al., 2008). A determinação da área de sombra ideal depende das características dos animais e da região em estudo.

### **2.1.8.1 Sombra artificial**

A sombra artificial aparece como uma alternativa para aquelas áreas onde o plantio de árvores é impossibilitado ou enquanto se espera o seu crescimento. Na ausência de árvores e na dependência do sistema de produção, recorre-se ao sombreamento artificial portátil ou permanente. Cochos para alimentação e água devem estar próximos ou nas áreas de sombra (BACCARI JR., 1998).

Bond et al. (1954) mediram a radiação térmica recebida de várias partes da instalação que envolvia um animal à sombra e concluíram que 28% da carga térmica radiante provinham da radiação direta, 21% do material de cobertura, 18% da área não sombreada e 33% da área sombreada. Assim, os autores concluíram que a quantidade de carga térmica de radiação devido ao material de cobertura e sua sombra correspondem a mais de 50% da radiação térmica total. Abrigos com altura superior a 4,3m reduzem o efeito da irradiação do material de cobertura sobre os animais (COLLIER et al., 2006; GARRET et al., 1967).

Um abrigo para sombreamento de novilhas deve ter capacidade para alojar de 20 a 30 animais. Este é o número considerado adequado para um lote com uniformidade de peso e idade, pois permite um eficiente acompanhamento do desempenho reprodutivo e sanitário do animal. Além disso, deve ser localizado próximo à área de alimentação e da água e deve ser de fácil acesso para os animais (LUCCI, 1989; SANTOS et al., 2000; MACHADO, 2005).

A estrutura de sustentação dos abrigos pode ser de madeira ou metal. Nas condições brasileiras a utilização de madeira é mais comum.

A vida útil dos pilares (postes) de eucalipto tratado é de 10 anos quando em contato com o solo (COMERCIAL FAHEL'S, 2008). A vida útil de madeiras

normalmente utilizadas como armação para telhado é de 20 a 30 anos (LORENZI, 1992).

#### **2.1.8.1.1 Tela plástica**

A tela de sombreamento composta por polietileno HDPE Virgem (polietileno de alta densidade) é também conhecida como tela de nylon, ou pelo nome comercial. É comercializada com diferentes percentuais de retenção da radiação ultravioleta. Para a confecção de abrigo para animais é utilizado o percentual de 80%. Este material é comercializado em rolos de 3m de largura, e tem vida útil, no campo sob tensão e sol direto, de 5 anos, que pode ser alterada em função da forma de fixação (EQUIPESCA, 2008). Na maioria das vezes este material é utilizado para a confecção de abrigos portáteis ou provisórios, mas podem também funcionar como sombreamento definitivo. Pode ser erguida sobre estruturas simples de metal ou madeira, tem a vantagem de poder ser removida e permitir a limpeza e secagem do local.

Valtorta et al. (1996) demonstraram que uma área de sombra de 3m<sup>2</sup> por animal, construída com tela plástica com 80% de sombreamento e com 2,5m de pé direito foi eficaz em atenuar os efeitos do estresse térmico, reduzindo a frequência respiratória, a temperatura retal e aumentando a produção de leite. Outros autores também utilizaram a tela como abrigos para cobertura de bovinos (CAMPOS et al., 2005; TITTO, 2006; TUCKER et al., 2008; YAMAMOTO et al., 1994)

#### **2.1.8.1.2 Cimento amianto x fibrocimento**

O amianto ou asbesto é uma fibra mineral natural sedosa que, por suas propriedades físico-químicas (alta resistência mecânica, resistência as altas temperaturas, incombustibilidade, boa qualidade isolante, durabilidade, flexibilidade, indestrutibilidade, resistência ao ataque de ácidos, álcalis e bactérias, facilidade de ser tecida etc.), abundância na natureza e, principalmente, baixo custo tem sido largamente utilizado na indústria. Com o advento da Revolução Industrial no século XIX, o amianto foi a matéria-prima escolhida para isolar termicamente as máquinas e equipamentos e foi largamente empregado, atingindo seu apogeu nos esforços da primeira e segunda guerras mundiais. Dali para frente, as epidemias de doenças e vítimas levaram ao conhecimento do mundo "moderno" um dos males industriais do século XX mais

estudado em todo o mundo, passando a ser considerado daí em diante a "poeira assassina" (ABREA, 2007).

Em função destes aspectos vem-se buscando alternativa de viabilidade prática e econômica para substituir este material. Sudinka (1989) apresentou várias alternativas para as fibras minerais. De acordo com o autor estas fibras poderiam ser substituídas por fibras vegetais de diversos tipos e por fibras sintéticas, sendo as mais promissoras as de polyvinylalcoho, poliamida e rayon. Atualmente é comercializado um tipo de telha ondulada composta de cimento portland (55% a 75%), carbonato de cálcio (10% a 40%), uma mistura de fibras à base de celulose não branqueada, fibra de polipropileno e fibra de polivinílico (PVA). As telhas compostas por fibrocimento sem a presença de fibras de amianto utilizadas para confecção de abrigos para animais são comercializadas preferencialmente na espessura de 6mm com dimensão de 2,44m x 1,10m. Este material apresenta uma vida útil de 20 anos no campo (BRASILIT, 2007).

Deve-se considerar que a população ainda desconhece as diferenças de composição destes tipos de fibrocimento, tratando-os como o mesmo. De qualquer forma, atualmente, o produtor deverá decidir pelo uso do fibrocimento em substituição ao cimento amianto.

Estudos têm sido desenvolvidos comparando a resistência e durabilidade dos materiais (BEZERRA et al., 2006), e iniciam-se estudos comparando o comportamento térmico do fibrocimento sem amianto com outros tipos de telha (Vaz et al. 2007), mas estudos comparativos utilizando-se animais não foram encontrados.

#### **2.1.8.1.3 Telhas galvanizadas**

Na confecção de abrigos para bovinos podem ser utilizadas as telhas de aço galvanizado, que quando pintadas de branco na parte externa podem apresentar redução na CTR (SILVA, 2000). Este tipo de material é comercializado com largura de 0,98m e comprimento variável. A vida útil do material é de 10 anos quando fixado em madeira, pois pode apresentar ferrugem nos pontos de fixação (RAHRIG, 2007).

Novilhas de corte tiveram o desempenho otimizado através de um maior consumo e ganho de peso, além de uma redução na taxa respiratória e no número de neutrófilos

circulantes no sangue, quando tiveram acesso a áreas de sombra confeccionadas com telhas galvanizadas (MITLOHNER et al., 2002).

Na Universidade da Flórida foi conduzida uma série de experimentos em que se comprovou a necessidade de atenuar os efeitos do estresse térmico em vacas leiteiras. As áreas de sombra utilizadas foram construídas com telhas galvanizadas pintadas de branco (ROMAN-PONCE et al., 1977; WEST et al., 2003). Quando são utilizadas telhas metálicas deve-se atentar para a altura do pé direito que deve ser maior em função da maior dispersão de calor dos animais e do menor efeito da irradiação do calor pelas telhas (GARRETT et al., 1967).

À medida que aumenta a altura do teto (pé direito) num abrigo sem paredes, os animais à sombra ficam expostos a uma maior porção de céu aberto, que se apresenta como uma superfície mais fria que o resto do ambiente, portanto a CTR recebida pelos animais é menor. Kelly e Ittner (1950)<sup>4</sup>, em experimento com um abrigo sem paredes, com teto de chapa galvanizada de 5 x 7m e altura de 1,83m, encontraram um valor de CTR a 1m do solo de  $618\text{W.m}^{-2}$ , em um abrigo similar, mas com teto de 3,70m de altura, a CTR foi de  $577\text{W.m}^{-2}$ . Observa-se também que os animais preferem permanecer nos abrigos de teto mais alto, independentemente do tipo de cobertura (SILVA, 2000).

No Brasil o uso de telhas galvanizadas, para instalações animais, é estrito em função do custo-benefício. Estudos foram conduzidos comparando o desempenho térmico deste tipo de telhas com outros materiais de cobertura, sem a presença de animais (ROSA, 1984; SEVEGNANI et al., 1994; SOUZA, 1992; TINOCO, 2001; VECHIA, 2005).

---

<sup>4</sup> KELLY, C.F.; ITTNER, N.R.. Thermal design of livestock shades. **Agricultural Engineering**, v. 31, p. 601-606, 1950.

## **2.2 Material e Métodos**

A pesquisa foi realizada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), junto ao Centro de Treinamento do Departamento de Zootecnia nas coordenadas geográficas: latitude: 22° 42' 30" S - longitude de 47° 38' 00" W - altitude de 546m – no município de Piracicaba, SP, Brasil. O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é Cwa. A área utilizada para a instalação do experimento era composta por pastagem de capim colômbio (*Panicum maximum*) tendo a leste cultura de seringueira, a oeste e ao sul, mata nativa e ao norte, áreas de pastagem de capim elefante (*Penisetum purpureum*).

### **2.2.1 Tratamentos**

Para determinar o efeito da sombra, a pesquisa foi conduzida com novilhas leiteiras em fase de crescimento, criadas em pastagens de alta produtividade sob pastejo rotacionado. Foram avaliados três tipos de coberturas utilizadas como telhados nas estruturas de sombreamento. A seleção dos materiais de cobertura deu-se em função da predominância de utilização no meio rural. As telhas utilizadas eram novas e não foram pintadas. Consideraram-se os tipos de cobertura como tratamentos, sendo comparados com a testemunha (sem cobertura) e distribuídos em blocos inteiramente ao acaso.

Os tratamentos foram: fibrocimento (sem cimento amianto) [Fibro], telhas Galvanizadas [Galv], tela de polipropileno 80% [Tela] e testemunha [Test].

### **2.2.2 Área de sombra e altura dos abrigos**

Existe uma grande variabilidade na recomendação da área ideal de sombra para bovinos leiteiros (GRAZIN, 2004; MARTELLO, 2002; PENATTI; CORSI, 1998). Baseando-se nas recomendações para regiões tropicais, optou-se por uma área que levasse em consideração o tamanho do animal e um entorno mínimo que garantisse que um animal não ficasse encostado ao outro. O valor adotado foi de 4m<sup>2</sup> por animal.

O pé direito foi estabelecido de acordo com informações obtidas a partir de pesquisas realizadas em regiões de clima quente sendo a predominância de recomendação de 4m (COLLIER et al., 2006; GARRRET, et al., 1967; MITLÖHNER et.



al., 2002; ROMAN-PONCE et al., 1977). As pesquisas realizadas no país (CARVALHO; OLIVA, 1999; KAWABATA et al. 2005) utilizaram pé direito inferior a esta medida, porém, não utilizaram telhas galvanizadas. Para homogeneizar os tratamentos, optou-se pela adoção de telhados mais altos conforme os trabalhos citados.

Foram utilizados dois animais por piquete (parcela), portanto, cada abrigo teve uma área de 8m<sup>2</sup>. Em função da eficiência da projeção da sombra foi utilizada uma cobertura com 2 x 4m, sendo o maior comprimento na direção leste-oeste.

### **2.2.3 Área das parcelas**

A área das parcelas foi estabelecida em função do tamanho e da altura dos abrigos, do caminhamento da sombra durante o dia, da não interferência da vegetação de entorno e da mínima perda de área de pastagens.

O posicionamento da sombra foi determinado pelo software SOMBRA (CASTANHEIRA, 2003) com informações da época do ano, posicionamento geográfico e dimensões do abrigo. Desta maneira, as parcelas foram dimensionadas com uma área de 84m<sup>2</sup>, sendo 6 x 14m, contendo o abrigo disposto longitudinalmente e mais próximo da extremidade oeste.

As parcelas foram divididas por cerca eletrificada, e no interior de cada uma delas foi colocado um cocho para alimento concentrado e um bebedouro, como pode ser observado no croqui da Figura 1.

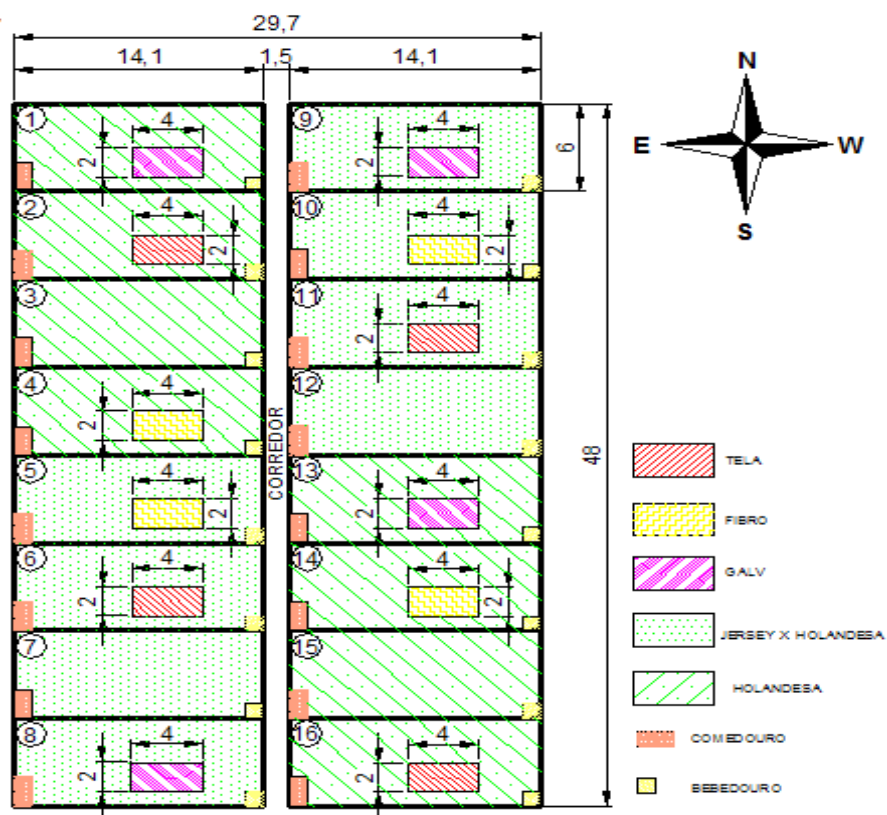


Figura 1 – Croqui da área experimental com a distribuição dos tratamentos

A estrutura de sustentação dos abrigos foi construída com postes de eucalipto e caibros de madeira (Figura 2).



Figura 2 – Imagem dos abrigos utilizados na pesquisa para o fornecimento de sombra

### 2.2.4 Animais

Foram utilizadas 32 novilhas leiteiras, sendo 16 da raça holandesa preta e branca e 16 mestiças das raças Jersey e Holandesa, com idade inicial variando de 11 a 29 meses e peso variando de 162 a 418kg.

A distribuição dos animais nas parcelas obedeceu aos seguintes critérios: raça, idade e peso. O agrupamento se deu em função da uniformidade nestas características de forma a evitar ou, pelo menos, minimizar, a competição por espaço e alimento. Após o agrupamento, os animais foram sorteados entre os tratamentos.

A Tabela 2 apresenta a caracterização dos animais no início da pesquisa e a forma como foram distribuídos nos tratamentos.

Tabela 2 – Características dos animais e distribuição nos tratamentos

Animais				Tratamento
Identificação	Idade inicial (meses)	Peso inicial (kg)	Raça	
11	12,2	212	hol	Galv
12	12,1	197	hol	Galv
21	11,3	202	hol	Test.
22	11,6	212	hol	Test.
31	11,4	199	hol	Tela
32	11,7	172	hol	Tela
41	11,3	176	hol	Fibro
42	12,3	166	hol	Fibro
<b>Média</b>	<b>11,7</b>	<b>192,0</b>		
51	21,3	288	hol x jer	Fibro
52	20,9	288	hol x jer	Fibro
61	21,8	338	hol x jer	Test.
62	24,4	339	hol x jer	Test.
71	21,3	302	hol x jer	Tela
72	29,4	301	hol x jer	Tela
81	18,6	300	hol x jer	Galv
82	24,6	300	hol x jer	Galv
<b>Média</b>	<b>22,8</b>	<b>307,0</b>		
91	11,6	205	hol x jer	Tela
92	18,6	312	hol x jer	Tela
101	18,8	276	hol x jer	Test.
102	18,9	274	hol x jer	Test.
111	18,7	256	hol x jer	Fibro
112	13,4	230	hol x jer	Fibro
121	11,4	178	hol x jer	Galv
122	11,7	162	hol x jer	Galv
<b>Média</b>	<b>15,4</b>	<b>236,6</b>		
131	23,4	361	hol	Test.
132	27,7	418	hol	Test.
141	21,8	345	hol	Tela
142	27,7	371	hol	Tela
151	13,7	267	hol	Fibro
152	19,4	331	hol	Fibro
161	13,4	232	hol	Galv
162	13,4	279	hol	Galv
<b>Média</b>	<b>20,0</b>	<b>325,5</b>		

Para identificação dos animais foram utilizados cabrestos coloridos, uma cor para cada bloco, e placas coloridas numeradas presas aos cabrestos. Para cada piquete foi realizada uma combinação de cor de placa e cor de cabresto (Figura 3).



Figura 3 – Animal identificado de acordo com o piquete, bloco vermelho, piquete 1 animal 1

### 2.2.5 Manejo

Os animais eram retirados da área de pastagem às 9:00h, separados de acordo com a identificação e conduzidos às parcelas. Nas parcelas era fornecida a ração concentrada, na quantidade de 1,5kg por animal, elaborada na fábrica de ração da ESALQ/USP. A composição é apresentada na Tabela 3. A água era fornecida “ad libitum”.

Tabela 3 – Ingredientes e composição média nutricional dos concentrados com base na formulação feita pelo NRC (2001)

<b>Ingredientes</b>	<b>% MS Total</b>
Refinazil	63,00
Polpa cítrica	32,00
Suplemento mineral e vitamínico	4,20
<b>Composição do Concentrado</b>	
PB (%MS)	17,00
EL (Mcal.kgMS <sup>-1</sup> )	1,60

PB: Proteína Bruta; MS: Matéria Seca; EL: Energia Líquida

Às 16:30h os animais eram reconduzidos ao pasto, onde permaneciam juntos até a manhã seguinte.

As pastagens, compostas por Capim Elefante (*Penissetum purpureum* Schum. var. Napier), estavam divididas em áreas de 0,2ha com disponibilidade de água. Os animais permaneceram em média 1,5 noite em cada área, dependendo da quantidade de capim disponível. O pastejo era feito exclusivamente pelos animais em estudo, as áreas eram adubadas com uréia imediatamente após a retirada dos animais.

Os animais receberam vermífugo oral no início do período experimental (jan/2007) e no mês de março, juntamente com a pesagem. O controle de carrapatos foi feito mensalmente.

### **2.2.6 Determinação das variáveis meteorológicas.**

Em cada parcela foi instalado um minidatalogger modelo HOBO Pro Dataloggers HB8 (Onset Computer Corporation Bourne, MA, USA) para registrar a temperatura do bulbo seco ( $t_{bs}$ ), a umidade relativa do ar (UR%) e a temperatura do globo negro ( $t_{gn}$ ). A  $t_{gn}$  foi medida com um globo de matéria plástica (boia de caixa d'água) pintado de preto fosco com 15cm de diâmetro, no centro do qual foi inserido um sensor térmico que registrava a temperatura imediatamente armazenada no minidatalogger. A  $t_{gn}$  indica além da temperatura do ar, os efeitos da energia radiante solar, terrestre e atmosférica, do ambiente e o efeito da movimentação do ar ao redor da esfera. O valor obtido é utilizado como um indicativo da carga térmica recebida pelo animal do ambiente que o rodeia (SILVA, 2002; SOUZA et al., 2002). Os dados foram registrados a cada 15 min no decorrer das 24 horas.

Nas parcelas sombreadas o equipamento foi fixado em uma linha que permitiu o acompanhamento do movimento aparente da sombra. O equipamento permaneceu completamente à sombra. A localização da linha garantiu que o globo negro ficasse à altura da cernelha dos animais, aproximadamente 1,5m do solo (BOND; KELLY, 1955<sup>5</sup> apud VALTORTA et al., 1996), como pode ser observado na Figura 4. Nos piquetes sem sombra o equipamento era mantido imóvel à mesma altura.

---

<sup>5</sup> BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. *Agricultural Engineering*, v. 36, p. 251 – 260, 1955

As medidas de radiação solar, de pluviosidade e de velocidade e direção do vento foram obtidas na estação meteorológica da ESALQ, localizada 100m à NE da área experimental.



Figura 4 – Localização do minilogger protegido com o globo negro, nas parcelas

### 2.2.7 Determinação dos índices de conforto.

O valor da CTR é uma estimativa da radiação eletromagnética total recebida por um corpo do espaço circundante (VILLA NOVA et al., 1975). De acordo com Bond e Kelly (1955), apud Silva (2000), os fatores que influenciam a CTR no interior de abrigos para bovinos são a orientação azimutal da construção, altura do teto, altura do animal e sua localização sob o abrigo, existência de paredes e o material de cobertura.

Para a avaliação do nível de conforto dos animais foram considerados os seguintes índices de conforto térmico: carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e entalpia (H).

**A) Carga Térmica Radiante (CTR), (ESMAY,1979):**

$$CTR = \sigma (TMR)^4 \quad (1)$$

em que:

$$TMR = 100\{[2,51U^{0,5} (T_{gn} - T_{bs}) + (T_{gn} \cdot 100^{-1})^4]^{0,25}\}$$

$\sigma$  : constante de Stefan-Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ K}^{-4} \text{ W m}^{-2}$ )

$T_{gn}$ : temperatura do Globo negro (K)

$T_{bs}$ : temperatura do bulbo seco (K)

U: Velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ )

**B)** Índice de temperatura de Globo e Umidade (ITGU) (BUFFINGTON et al. 1981)

$$ITGU = t_{gn} + 0,36 t_{po} + 41,5 \quad (2)$$

em que:

$t_{gn}$ : temperatura do termômetro de globo negro, °C

$t_{po}$ : temperatura do ponto de orvalho °C.

e

**C)** Entalpia (H), (VILLA NOVA, 2007).

$$H = t_{bs} + \left[ \frac{2,85}{P} \times 10^{\frac{7,5ts}{(237,3+ts)}} \times \frac{UR}{100} \times (2487 - 2,3ts) \right] \quad (3)$$

em que:

H é a entalpia ( $kJ.kg \text{ ar } \text{seco}^{-1}$ )

$t_{bs}$ : Temperatura de bulbo seco °C

UR: Umidade Relativa (%)

P: Pressão atmosférica (mm Hg)

### 2.2.8 Determinação das variáveis fisiológicas

Uma forma de se mensurar o desconforto sentido pelos animais é através da avaliação de seu estado fisiológico. Algumas reações fisiológicas estão mais ligadas a perdas de calor, para efeito de análise foram observados os seguintes parâmetros, aqui denominados variáveis fisiológicas:

- frequência respiratória (FR): contagem dos movimentos do flanco por 15s e posteriormente multiplicada por 4 para se determinar o número de movimentos por min.
- temperatura retal (TR): observada com termômetro clínico digital inserido no reto dos animais.
- temperatura de pelame (TP): obtida mediante uso de termômetro ao infravermelho com mira laser com valor de emissividade igual a 0,9 para



as medidas de pelame negro, uma vez que os animais eram predominantemente escuros (BAETA e SOUZA, 1985). O termômetro foi apontado para a região dorso lombar do animal, nas manchas negras para os animais malhados, ficando o observador a aproximadamente 2m de distância até a estabilização da medida.

A contagem dos movimentos respiratórios era feita dentro dos piquetes de forma a interferir o mínimo possível nos animais.

As medidas da temperatura retal e da temperatura do pelame eram tomadas, simultaneamente, em um brete, para o qual os animais eram conduzidos aos pares. A seqüência de condução dos animais era sempre a mesma, não havendo condições de se determinar, com precisão, imediatamente antes das medidas, o tempo que os animais haviam permanecido ao sol ou a sombra.

As medidas das variáveis fisiológicas foram realizadas semanalmente em três horários, às 10:00h, 13:00h e 16:00h. Estes horários foram determinados em função da temperatura ambiente, do manejo necessário para que as medidas fossem obtidas, gerando o mínimo estresse para os animais, e do tempo que os animais permaneciam nos piquetes, sendo a quantidade mínima de medidas necessárias para que se pudesse proceder uma análise estatística eficiente dos dados.

### **2.2.9 Análise produtiva (peso dos animais)**

Considerou-se como fator produtivo para as novilhas, nesta fase, o peso corporal. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 28 dias, num total de 5 pesagens. No dia anterior à pesagem, no momento da soltura, os animais eram conduzidos a uma área desprovida de pasto e de água, onde permaneciam durante toda à noite. A pesagem era realizada após as 9:00h do dia seguinte, em função da disponibilidade da área de pesagem que até este horário era ocupada pelas vacas em produção.



## 2.2.10 Análise comportamental

### 2.2.10.1 Elaboração do catálogo de atividades

Para atender às necessidades e questionamentos da pesquisa, foi organizado um catálogo com as principais atividades desenvolvidas pelos animais (BROWN-BRANDT et al., 2005; CAMARGO, 1988; CONCEIÇÃO, 1991, PORTUGAL et al., 2000; TITTO, 2006), adaptado para a fase etária dos animais. Por facilidade de registro, utilizou-se de códigos que estão listados na Tabela 4.

Tabela 4 – Descrição do catálogo de atividades adotado para a determinação do comportamento

<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Código</b>
Pastando	Apreensão da forrageira e mastigação	P
Comendo	Comendo alimento concentrado no coxo	C
Andando	Caminhamento sem apreensão de forrageira	A
Ruminando	Regurgitação, mastigação e deglutição: Em pé	PR
	Deitado	DR
Em pé	Em pé sem nenhuma outra atividade	PP
Deitado	Sobre as patas ou em decúbito dorsal	D

Além das atividades comportamentais foi anotada a posição do animal em relação à sombra, não foi anotada a posição dos animais com relação às coordenadas, esta observação foi somente referenciada.

- no Sol (S).
- na Sombra (B)

### 2.2.10.2. Determinação do comportamento

Os comportamentos foram registrados por meio de coleta instantânea com amostragem pelo método focal, preconizado por Martin e Bateson (1993), a intervalos de 10 minutos (Anexo A).

No período experimental foram realizadas 5 observações durante 24 horas e 3 observações somente no período das 10:00h às 16:00h.

Durante o dia as observações eram feitas por quatro observadores, um para cada bloco, situados de maneira a terem ampla visão dos animais. As observações foram realizadas em dias sem chuva, e preferencialmente sem nuvens, uma vez que, um dos objetivos era mensurar a utilização da sombra. À noite, com os animais agrupados, a observação era feita por três pessoas que, com o auxílio de lanterna percorriam a área e identificavam a atividade do animal. Os animais estavam bastante habituados aos observadores, devido ao manejo diário, e não demonstravam qualquer reação ou mudança de atividade quando da aproximação do observador.

## **2.2.11 Análise estatística**

### **2.2.11.1 Análise física**

A análise do efeito dos tratamentos sobre as variáveis ambientais ( $t_{gn}$ , CTR e ITGU) foi determinada a partir do seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + H_j + T_k + (HT)_{jk} + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijk}$ : é a observação do  $i$ -ésimo dia,  $j$ -ésima hora e do  $k$ -ésimo tratamento;

$\mu$ : é uma constante geral;

$D_i$ : é o efeito do  $i$ -ésimo dia;

$H_j$ : é o efeito da  $j$ -ésima hora;

$T_k$ : é o efeito do  $k$ -ésimo tratamento;

$(HT)_{jk}$ : é o efeito da interação hora x tratamento e

$e_{ijk}$ : erro experimental da observação que foi lida no  $i$ -ésimo dia, na  $j$ -ésima hora e no  $k$ -ésimo tratamento.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

A análise do modelo e a comparação de médias foram realizadas pelo procedimento GLM do software SAS® (2002-2003).

### **2.2.11.2 Análise fisiológica**

Para as análises do efeito do tratamento e das variáveis ambientais sobre as variáveis fisiológicas (FR, TP e TR) os dias da pesquisa foram divididos em três períodos. Essa divisão deu-se em função dos valores dos dados meteorológicos, radiação solar e entalpia máxima, sendo o primeiro período o que apresentou os

maiores valores, o segundo período os valores medianos e o terceiro período os menores valores para as variáveis. Os três períodos foram:

Período 1: do dia 12/01/2007 ao dia 09/02/2007;

Período 2: do dia 16/02/2007 ao dia 16/03/2007 e

Período 3: do dia 23/03/2007 ao dia 27/04/2007.

O modelo utilizado para esta análise foi:

$Y_{ijk} = \mu + D_i + H_j + T_k + (DT)_{ik} + (HT)_{ij} + e_{ijk}$ , em que:

$Y_{ijk}$ : é a observação do i-ésimo dia, j-ésima hora e do k-ésimo tratamento;

$\mu$ : é uma constante geral;

$D_i$ : é o efeito do i-ésimo dia;

$H_j$ : é o efeito da j-ésima hora;

$T_k$ : é o efeito do k-ésimo tratamento;

$(D.T)_{ik}$ : é o efeito da interação dia x tratamento;

$(T.H)_{ij}$ : é o efeito da interação tratamento x hora e

$e_{ijk}$ : erro experimental da observação que foi lida no i-ésimo dia, na j-ésima hora e no k-ésimo tratamento.

A probabilidade mínima para a rejeição da hipótese de nulidade foi de 0,05.

A comparação de médias foi feita pelo teste Tukey–Kramer, adotando-se o nível de rejeição máxima de 5% para a rejeição da hipótese de nulidade.

A análise do modelo e a comparação de médias foram realizadas pelo procedimento GLM do software SAS® (2002-2003).

Os dados fisiológicos, por poderem ser considerados dados longitudinais (resultantes da observação de uma ou mais variáveis respostas em uma mesma unidade experimental em diversas ocasiões), foram também analisados pelo método da análise de perfis.

O modelo utilizado foi:

$Y = X\beta + \varepsilon$  em que

$Y_{(N \times t)}$ : é uma matriz de dados,

$X_{(N \times g)}$ : é a matriz de especificações do modelo,

$B_{(g \times t)}$ : é a matriz de parâmetros e

$\varepsilon_{(N \times t)}$ : é a matriz de erros.

A execução da análise foi realizada com o procedimento MANOVA do software SAS® (2002-2003).

### 2.2.11.3 Análise comportamental

Para a determinação da utilização da sombra, foram utilizados os dados obtidos entre 10:00h e 16:00h, horário em que os animais permaneciam nas parcelas experimentais.

Para elaboração da análise foi estabelecida uma média horária de freqüência dos dados registrados a cada 10min e o modelo matemático, considerando a estrutura de medidas repetidas, utilizou-se o procedimento Mixed do SAS ® (2002-2003), com o seguinte o modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + t_i + \delta_{ij} + h_k + (th)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

$y_{ijk}$ : valor observado na  $k$ -ésima hora, do  $j$ -ésimo bloco no  $i$ -ésimo tratamento;

$\mu$ : média geral;

$\beta_j$ : efeito aleatório associado ao  $j$ -ésimo bloco,  $j = 1, \dots, 4$ ;

$t_i$ : efeito fixo do  $i$ -ésimo tratamento;  $i = 1, \dots, 4$ ;

$\delta_{ij}$ : efeito aleatório associado ao  $j$ -ésimo bloco no  $i$ -ésimo tratamento, assumindo  $\delta_{ij} \sim N(0, I\sigma_\delta^2)$ , sendo que  $I\sigma_\delta^2$  é a matriz identidade de variância e covariância, pois se assume independência dos resíduos;

$h_k$ : efeito fixo da  $k$ -ésima hora;  $k = 10, \dots, 16$ ;

$(th)_{ik}$ : efeito da interação do  $i$ -ésimo tratamento com a  $k$ -ésima hora;

$\varepsilon_{ijk}$ : erro aleatório associado ao  $k$ -ésimo bloco, no  $i$ -ésimo tratamento e  $k$ -ésima hora, assumindo  $\varepsilon_{ijk} \sim V(0, V\sigma_\varepsilon^2)$ , sendo que  $V\sigma_\varepsilon^2$  é a matriz de variância e covariância que foi modelada com uma estrutura auto-regressiva de primeira ordem, pois se assume dependência de erros.

#### 2.2.11.4 Análise produtiva

A análise para os quatro tratamentos foi realizada utilizando o procedimento Mixed do SAS ® (2002-2003), de acordo com o seguinte modelo:

$Y_k = \mu + T_k + e_k$ , em que:

$Y_k$ : é a observação do k-ésimo tratamento;

$\mu$ : é uma constante geral;

$T_k$ : é o efeito do k-ésimo tratamento e

$e_{ijk}$ : erro experimental da observação no k-ésimo tratamento

#### 2.2.12 Análise de custo

A determinação do custo das estruturas de sombreamento foi realizado a partir do dimensionamento de um abrigo com capacidade para alojar 30 novilhas com idades entre 6 e 17 meses (época de cobertura). Estrutura:

- área de sombra 4m<sup>2</sup> por animal, área total 120m<sup>2</sup>
- altura do pé direito 3,5m a 4m,
- apoio para a cobertura: pilares de eucalipto tratado e armação de madeira.

A tomada de preço dos materiais de construção foi realizada com dados do SINAPI (2008). Os preços do eucalipto tratado e da tela de polipropileno foram obtidos através de levantamento junto a produtores.

O custo real foi obtido da seguinte forma (SOUZA et al., 2004):

$$CR = CI + Dp \quad (4)$$

$$DP = \frac{CI}{vu}$$

em que:

CR: custo real

CI: custo investimento

Dp: depreciação

vu: vida útil

## 2.3 Resultados e discussões

### 2.3.1 Caracterização do ambiente meteorológico

O conhecimento das variáveis meteorológicas e suas inter-relações possibilitam o entendimento de alguns resultados observados durante o período da pesquisa, uma vez que o objeto de estudo foi o efeito do sombreamento em animais criados ao ar livre.

A caracterização geral dos parâmetros meteorológicos no período, realizada através de seus valores médios, máximos, mínimos e do desvio padrão, é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização meteorológica dos meses da realização da pesquisa em campo

Parâmetros Meteorológicos		Meses				Média
		jan	fev	mar	abr	
tbs máxima (°C)	Média	29,3	31,6	32,5	30,8	31,1
	Desvio Padrão	2,43	4,65	2,41	3,33	3,21
	Valor Máximo	33,3	34,6	36,3	34,8	34,8
	Valor Mínimo	22,9	28,4	26,9	21,4	24,9
tbs mínima (°C)	Média	20,1	19,3	19,0	17,7	19,0
	Desvio Padrão	1,17	1,51	1,05	1,40	1,28
	Valor Máximo	21,7	21,8	21,3	20,0	21,2
	Valor Mínimo	16,8	15,8	16,8	14,8	16,1
tbs média (°C)	Média	24,7	25,5	25,8	23,9	24,96
	Desvio Padrão	1,22	1,09	1,2	1,98	1,37
	Valor Máximo	26,8	26,9	27,75	27,2	27,16
	Valor Mínimo	21,7	22,9	22,7	19	21,58
tbs diurna (°C)	Média	25,9	27,6	28,0	26,1	26,9
	Desvio Padrão	2,03	1,77	2,02	2,44	2,07
	Valor Máximo	29,5	30,2	30,4	29,8	30,0
	Valor Mínimo	21,7	23,4	23,2	20,4	22,2
UR%	Média	92,2	84,7	92,3	93,0	90,5
	Desvio Padrão	6,93	8,39	4,06	6,91	6,57
	Valor Máximo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Valor Mínimo	74,0	68,0	85,0	70,0	74,3
Insolação (h.dia <sup>-1</sup> )	Média	3,8	7,3	7,7	7,0	6,4
	Desvio Padrão	3,29	3,27	2,83	3,11	3,13
	Valor Máximo	11,5	11,1	11,1	10,5	11,1
	Valor Mínimo	0,0	0,3	0,5	0,0	0,2
Radiação Solar (W.m <sup>-2</sup> )	Média	440,0	557,8	537,3	435,0	492,5
	Desvio Padrão	171,18	134,85	111,64	112,85	132,63
	Valor Máximo	755,6	734,5	696,1	572,5	689,7
	Valor Mínimo	97,0	203,4	281,3	122,1	175,9
Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Média	8,5	8,0	7,3	7,7	7,9
	Desvio Padrão	3,30	1,97	2,82	2,38	2,62
	Valor Máximo	18,4	13,0	13,0	16,2	15,2
	Valor Mínimo	4,0	4,7	1,0	2,9	3,2
ppt	Dias	21	12	11	7	12,75
	mm	267	241	80,5	36,8	156,33

Durante os quatro meses de realização da pesquisa observou-se que a  $t_{bs}$  média variou entre 23,9 e 25,8°C, porém, ao se observar as médias diurnas (8:00h às 17:00h) verifica-se que em todos os meses os valores médios foram superiores à 25,9°C. A UR teve média mensal em todos os meses acima dos 90%.

A Figura 5 ilustra as médias diurnas encontradas no período: a) temperatura de bulbo seco (°C); b) umidade relativa (%) e c) entalpia (kJ/kg de ar seco). Na figura estão demarcados os limites de conforto para novilhas leiteiras, estabelecidos a partir de valores propostos por Fox e Tylutki (1998). Valor da temperatura crítica superior (TCS) de 26°C com umidade de 80% e temperatura crítica inferior (TCI) 18°C com umidade de 40% para uma velocidade de vento de 4m.s<sup>-1</sup>.

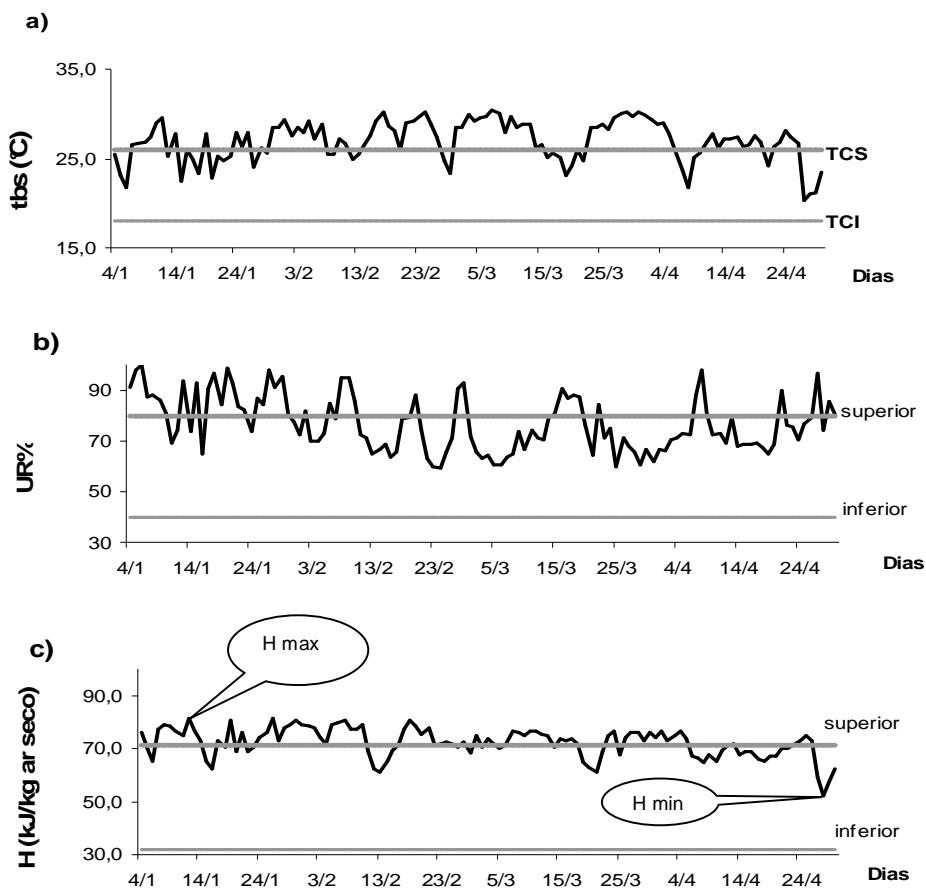


Figura 5 – Perfil das características físicas do ar: a) temperatura do bulbo seco ( $t_{bs}$ ); b) umidade relativa (UR%); c) entalpia (H) com os limites da faixa de conforto indicados para novilhas leiteiras. Ano de 2007

A entalpia é a grandeza psicrométrica que determina a quantidade de energia presente no ar, portanto, indica a possibilidade de ocorrerem perdas de energia dos animais para o meio. Durante o período experimental, 62,0% dos dias apresentaram valores de entalpia diurna acima de  $71,5 \text{kJ.kg.ar seco}^{-1}$  valores máximos preconizados para a categoria animal estudada. Os valores de temperatura de bulbo seco ( $t_{bs}$ ) estiveram durante 66% dos dias acima da TCS e em 37% dos dias a umidade relativa (UR) esteve acima de 80%.

A precipitação, a radiação solar e a insolação apresentaram, durante o período da pesquisa, uma grande oscilação (Figura 6). No mês de janeiro esta oscilação aconteceu em função da grande presença de nuvens e elevada precipitação no período. A insolação ( $\text{h.dia}^{-1}$ ) indica o número de horas diárias em que foi possível observar sombra. O mês de janeiro teve média diária de  $3,79 \text{h.dia}^{-1}$ . Esse valor é atípico para a época e região, a média de insolação diária nos últimos 86 anos, de acordo com dados coletados pelo posto agrometeorológico da ESALQ/USP, foi de  $6,2 \text{h.dia}^{-1}$ , ou seja, aproximadamente 60% maior que o verificado no mês de janeiro estudado. Este dado afetou diretamente os valores de CTR para os diferentes tratamentos, além de comprometer o crescimento das gramíneas forrageiras.

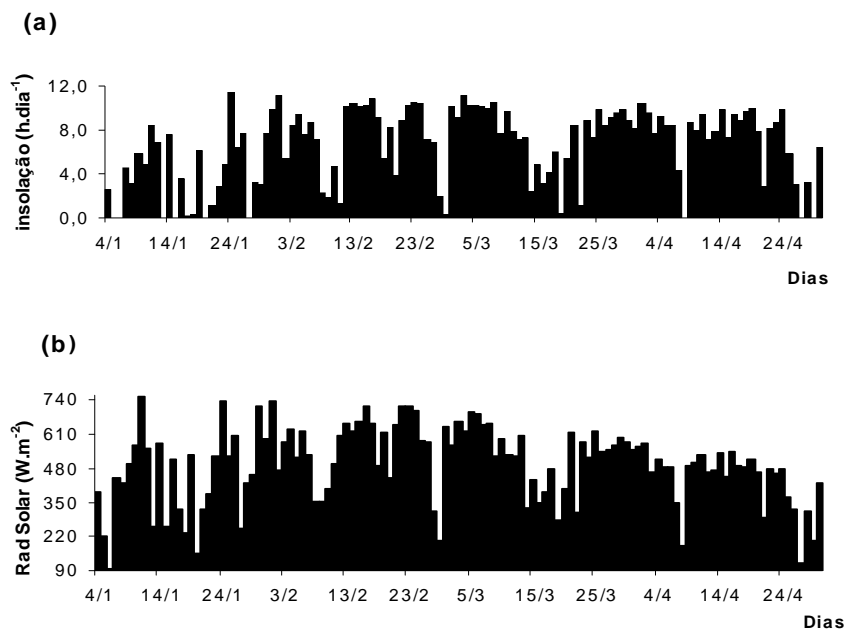


Figura 6 – Perfil das condições meteorológicas; (a) Insolação ( $\text{h.dia}^{-1}$ ); (b) radiação solar ( $\text{W.m}^{-2}$ ) nos meses de jan a abril de 2007



A análise das variáveis meteorológicas permite inferir que o período analisado se caracterizou por condições meteorológicas inadequadas ao conforto térmico dos animais em estudo. O mês de janeiro apresentou um baixo nível de insolação o que poderia parecer benéfico aos animais, porém, apesar dos baixos valores de insolação e radiação solar, apresentou temperaturas e umidade relativa elevadas, proporcionando altos valores de entalpia. Os baixos valores de insolação e radiação global acarretaram reduções na radiação fotossinteticamente ativa ( $Q_{PAR}$ ) o que resultou em menores produções da forrageira. Durante o mês de janeiro o tempo de permanência dos animais nos piquetes necessitou ser reduzido, havendo necessidade da utilização de uma área maior para a alimentação do que a inicialmente delimitada.

### **2.3.2 Materiais de cobertura: sombreamento artificial**

Com o objetivo de avaliar a qualidade térmica do sombreamento artificial proporcionado pelos diferentes materiais de cobertura, o estudo foi discutido nas seguintes etapas: análise física dos materiais, análise fisiológica dos animais, análise produtiva, análise do comportamento animal e análise de custos.

#### **2.3.2.1 Análise física**

De acordo com Collier et al. (2006), a estimativa térmica do ambiente que envolve os animais é a chave para entender suas necessidades de perda de calor. Os diferentes tipos de sombreamento estudados foram avaliados de acordo com a temperatura de globo negro ( $t_{gn}$ ), a carga térmica radiante (CTR) e com o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

##### **2.3.2.1.1 Temperatura de globo negro ou globo de Vernon ( $t_{gn}$ )**

Por meio da análise do modelo estatístico proposto foi detectada diferença ( $P < 0,05$ ) entre os valores da  $t_{gn}$  para os dias e para as horas do dia (Anexo B), o que já era esperado em função das variações meteorológicas. Foi observada, também, uma interação ( $P < 0,05$ ) entre o efeito dos tratamentos e da hora do dia, ou seja, houve diferença no efeito dos materiais de cobertura utilizados para o sombreamento artificial em relação à interceptação da radiação solar. Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da interação e a os valores de radiação solar incidente.

Tabela 6 – Radiação solar incidente e resultado da interação entre os valores médios da  $t_{gn}$  (°C) para tratamento e horas do dia

Hora	Rad. global W/m <sup>2</sup>	Tratamentos							
		Testemunha		Tela		Galvanizado		Fibrocimento	
9:00	212,20	25,74 i	B	25,84 i	B	26,16 j	AB	26,89 i	A
9:30	293,41	28,61 h	A	27,91 h	A	28,28 i	AB	29,10 h	A
10:00	373,12	30,29 g	A	30,23 g	A	30,40 h	A	30,90 efgh	A
10:30	445,86	32,37 f	A	31,18 fg	B	30,82 fg	B	30,31 gh	C
11:00	523,39	34,71 de	A	32,23 ef	B	31,26 efg	C	30,63 fgh	D
11:30	601,04	36,01 bcd	A	33,34 de	B	32,39 def	C	31,18 defgh	D
12:00	651,74	37,10 bc	A	34,26 bcd	B	33,31 bcd	C	31,96 cdefg	D
12:30	666,17	37,13 bc	A	35,03 abcd	B	34,15 abdc	C	32,88 bcde	D
13:00	685,29	36,92 bc	A	35,24 abcd	B	34,37 abdc	C	33,22 bcd	D
13:30	706,16	37,50 bc	A	35,64 ab	B	35,02 abc	C	34,01 abc	D
14:00	648,27	37,61 b	A	35,68 ab	B	35,25 ab	C	34,44 ab	D
14:30	623,62	38,44 a	A	36,55 a	B	36,11 a	B	36,00 a	C
15:00	566,01	37,61 b	A	35,39 abc	B	34,63 abdc	C	34,48 ab	D
15:30	499,32	37,05 bc	A	34,86 abcd	B	33,93 abdc	C	33,71 bc	D
16:00	453,65	36,59 bcd	A	34,29 bcd	B	33,33 bcd	C	33,07 bcd	D
16:30	413,54	37,14 bc	A	34,32 bcd	B	33,37 bcd	C	33,00 bcd	D
17:00	335,84	36,29 bcd	A	34,00 bcde	B	33,10 cde	C	32,67 bcde	D
17:30	272,29	35,55 cde	A	33,78 bcde	B	33,15 cde	C	32,60 bcde	D
18:00	178,87	33,84 ef	A	33,63 cde	A	33,06 de	B	32,62 bcde	C
Média	481,57	35,19	A	33,41	B	32,86	C	31,82	D

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer (0,05%).

Letras minúsculas comparação dentro da coluna, letra maiúscula dentro da linha.

O tipo de cobertura que apresentou as menores médias para  $t_{gn}$  foi a de fibrocimento, seguida pela galvanizada e depois a de tela. Este resultado está de acordo com afirmações de Blackshaw e Blackshaw (1994), Collier et al. (2006) e West (1999), que defendem sombras “sólidas” como mais eficientes na redução da radiação do que sombras obtidas a partir de materiais vazados.

A Figura 7 ilustra a variação de  $t_{gn}$  ocorrida durante o dia. Verifica-se que no período entre 9:00h e 10:30h, correspondente a um dos períodos de menor intensidade de radiação, não são observadas diferenças na  $t_{gn}$  entre os tratamentos. À medida que a radiação solar aumenta há uma evidente diferença entre os tratamentos. No período entre 9:00h e 10:30h houve um aumento gradativo na radiação solar, que conseqüentemente alterou o aquecimento do material. A barreira física formada pelo material de cobertura apresenta uma diferença significativa a partir das 10:30h, quando se verifica nitidamente o efeito do material de cobertura sobre o valor da  $t_{gn}$  à sombra.

No período da tarde, quando ocorreu uma redução na radiação solar, verificaram-se também diferenças significativas, porém, deve-se considerar a capacidade dos materiais de dissiparem calor, relacionando a sua inércia e condutividade térmica.

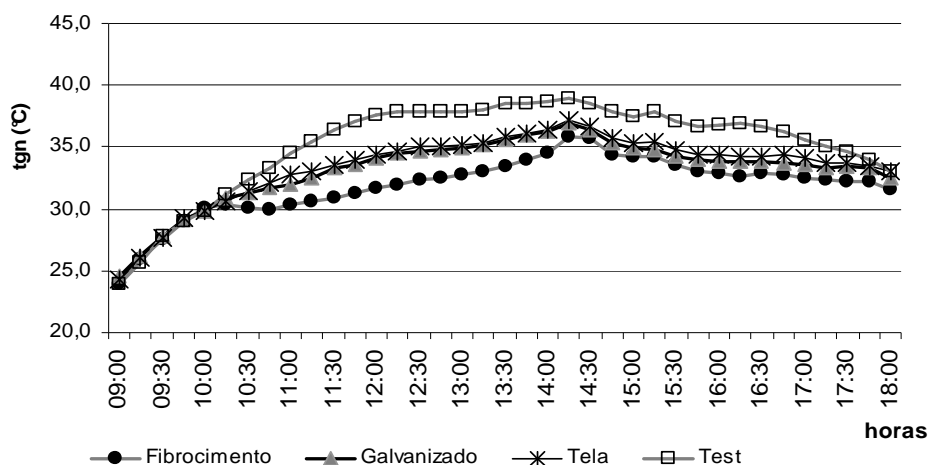


Figura 7 – Valores médios da temperatura de globo negro ( $t_{gn}$ ) registrados nos quatro tratamentos ao longo do dia durante o período pesquisado

Uma forma de verificar o desempenho dos diferentes materiais de cobertura em situações extremas é a comparação entre os dias de maior e menor conforto. O objetivo do sombreamento é atenuar os efeitos da radiação solar recebida pelos animais. Desta forma optou-se pela utilização da radiação solar como parâmetro para a escolha do dia de maior e menor conforto. O dia de maior radiação (menor conforto) foi 11/01/2007 com valor médio de radiação solar de  $755,58 \text{ W.m}^{-2}$  e o de menor radiação (maior conforto) foi o dia 06/01/2007 com radiação solar média de  $96,98 \text{ W.m}^{-2}$ . As curvas de  $t_{gn}$  obtidas nos quatro tratamentos estão ilustradas na Figura 8, (a) e (b), para o dia de menor e maior conforto respectivamente.

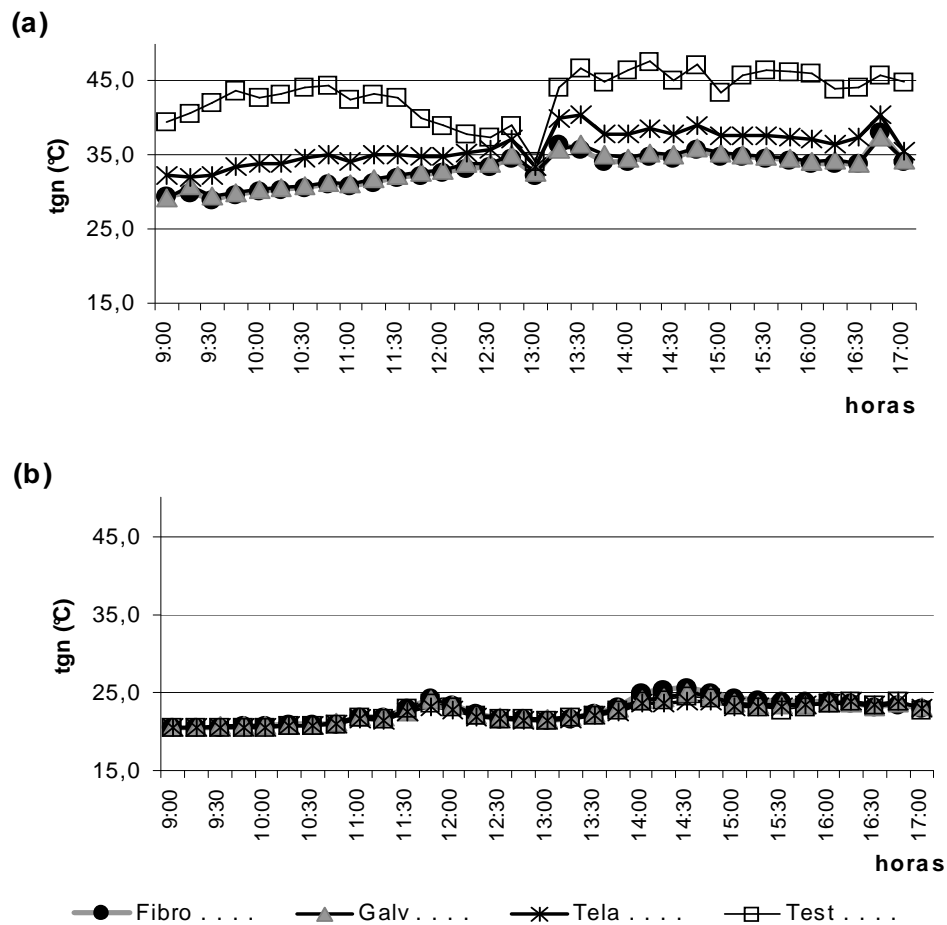


Figura 8 – Perfil da  $t_{gn}$  (a) Dia de maior radiação solar (11/01/2007) e (b) Dia de menor radiação solar (06/01/2007) no período analisado

Pela observação da Figura 8 conclui-se que a presença do sombreamento é mais importante nos dias de maior radiação. Em períodos de baixa radiação (Figura 8 (b)) não foi verificada diferença entre céu aberto e sombra nem entre os tipos de materiais de cobertura para os valores de  $t_{gn}$ . Nessas situações as características físicas dos materiais não são evidenciadas.

A temperatura de globo tem sido utilizada desde que seu idealizador, Vernon, em 1932, apresentou-a ao meio científico e é utilizada para estabelecer diferenças na sensação térmica que podem ser percebidas pelos animais entre diferentes ambientes (SILVA, 2000).

Barbosa et al. (2004), durante o verão, compararam a  $t_{gn}$  sob coberturas de cimento amianto e sem cobertura e encontraram redução de  $t_{gn}$  à sombra de

aproximadamente 6°C. Vaz et al. (2007) compararam telhas de fibrocimento, sem amianto, com telhas cerâmicas pintadas de branco e encontraram para o dia crítico uma diferença de 2,5°C em favor da telha cerâmica. Na presente pesquisa o fibrocimento proporcionou uma redução de 4,6°C quando comparado ao céu aberto. A diferença entre os valores encontrados pode ser atribuída à diversidade das regiões e à composição do material.

Na Flórida, vários estudos foram desenvolvidos para avaliar o efeito do sombreamento sob telhas galvanizadas. Roman-Ponce et al. (1977), durante o verão, encontraram valores médios de 28,4°C na sombra contra 36,7°C sem sombra, ou seja, uma diferença de 18,5°C. Mader et al. (1999), em Nebraska, no verão, com o mesmo tipo de telha, encontraram valores no sol e na sombra de 25,3°C e 23,3°C respectivamente. Resultados bastante divergentes, também em função das variações climáticas existentes entre as regiões.

Valtorta et al. (1997), na Argentina, compararam ambientes sombreados por telas de polipropileno e sem sombra, durante o verão, e encontraram valores médios para a  $t_{gn}$  de 35,3°C ao sol e 30,2°C sob tela, enquanto Yamamoto et al. (1994), em Hiroshima, também utilizando tela, porém estudando o efeito no verão e no outono encontraram valores de  $t_{gn}$ , à sombra de 33,1°C e 29,2°C, respectivamente, e ao sol, de 39,6°C e 29,6°C. Também na presente pesquisa o efeito maior do sombreamento foi observado nos períodos mais quentes, embora os valores encontrados tenham sido bem inferiores aos citados pelos autores. Este fato pode ser explicado pelos diferentes tipos de tela utilizados, pelo tamanho da área sombreada e pelas diferenças regionais.

A importância da discussão relacionada ao  $t_{gn}$  está vinculada à sensação térmica do animal, pela própria definição de Vernon. Silva et al. (2007), no entanto, mencionam que este valor não pode ser considerado significativo para descrever a sensação dos animais, uma vez que o organismo animal é muito mais complexo do que uma esfera oca.

Na presente pesquisa a temperatura de globo foi empregada como uma forma de avaliar o ambiente, independentemente da presença do animal, servindo como um indicativo do efeito da radiação térmica sob as coberturas. A  $t_{gn}$  foi utilizada também para calcular a CTR e o ITGU.

### 2.3.2.1.2 Carga térmica radiante (CTR)

A Carga Térmica Radiante (CTR) é um índice de conforto térmico muito utilizado nos estudos de avaliação do ambiente físico para a utilização com animais. De acordo com os resultados encontrados, verificou-se uma tendência na variação deste índice semelhante à encontrada para a  $t_{gn}$ , uma vez que são variáveis dependentes. Na Tabela 7 está representada a interação entre os tratamentos e as horas do dia.

Tabela 7 – Desdobramento da interação tratamento x hora do dia da carga térmica radiante (CTR), valores de radiação solar e percentual de redução da CTR em relação à testemunha

Hora	Rad. solar W.m <sup>-2</sup>	Tratamentos								
		Testemunha	Tela			Galvanizado		Fibrocimento		
					% red. <sup>1</sup>		% red.		% red.	
9:00	212,2	496,5 d A	496,1 c A	0,07	497,1 f A	-0,12	495,3 e A	0,25		
9:30	293,4	535,0 c A	518,6 c B	3,06	519,1 ef B	2,97	520,6 de B	2,69		
10:00	373,1	554,5 c A	546,0 b AB	1,53	542,0 cd B	2,25	547,1 bc AB	1,32		
10:30	445,9	582,7 b A	557,0 b B	4,42	546,1 ab C	6,28	531,2 cd D	8,85		
11:00	523,4	618,0 a A	562,0 a B	9,06	539,8 de C	12,65	525,8 de D	14,92		
11:30	601,0	641,8 a A	578,2 a B	9,90	552,8 ab C	13,87	530,6 cd D	17,32		
12:00	651,7	652,1 a A	586,7 a B	10,02	562,7 ab C	13,70	535,9 cd D	17,81		
12:30	666,2	642,7 a A	592,6 a B	7,78	569,0 ab C	11,46	544,9 cd D	15,21		
13:00	685,3	628,9 a A	590,2 a B	6,15	565,5 ab C	10,09	546,0 bc D	13,18		
13:30	706,2	638,5 a A	595,7 a B	6,71	573,2 ab C	10,24	555,0 abc D	13,08		
14:00	648,3	639,0 a A	594,9 a B	6,91	575,7 ab C	9,91	558,7 ab D	12,58		
14:30	623,6	647,2 a A	602,5 a B	6,91	586,7 a C	9,35	582,3 a C	10,02		
15:00	566,0	637,4 a A	583,9 a B	8,39	564,0 ab C	11,52	559,2 ab C	12,26		
15:30	499,3	625,9 a A	574,6 a B	8,20	552,3 ab C	11,76	545,5 bcd D	12,86		
16:00	453,7	619,6 a A	565,9 a B	8,67	545,0 ab C	12,05	538,1 cd D	13,15		
16:30	413,5	633,0 a A	569,5 a B	10,03	547,8 ab C	13,46	539,8 cd D	14,72		
17:00	335,8	614,1 ab A	561,2 ab B	8,62	541,0 de C	11,91	531,7 cd D	13,42		
17:30	272,3	600,8 ab A	558,6 b B	7,03	542,7 bc C	9,66	531,5 cd D	11,53		
18:00	178,9	565,3 c A	551,4 b B	2,46	539,7 de D	4,52	534,6 cd C	5,43		
Média	481,6	612,7 A	568,9 B	7,16	553,6 C	9,64	537,6 D	12,26		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ).

Letras minúsculas, comparação dentro da coluna, letras maiúsculas, dentro da linha.

<sup>1</sup> percentual de redução da CTR em relação à testemunha

Pela Tabela 7 verifica-se que o efeito do material de cobertura na qualidade do sombreamento é mais evidente nos horários em que radiação solar é maior. As maiores diferenças percentuais na redução da CTR estão entre 10:00h e 15:00h, embora elas sejam significativas durante todo o período ( $P < 0,05$ ). Observa-se que o melhor desempenho, de acordo com os valores de CTR, foi obtido para a cobertura de fibrocimento. As reduções médias percentuais observadas para as coberturas de: fibrocimento, telhas galvanizada e de tela de polipropileno, são, respectivamente:

12,3%, 9,6% e 7,2%. Valores bastante inferiores aos relatados por Bond et al.<sup>6</sup> (1976), apud Tinoco (2001), sobre reduções de cerca de 30% da CTR incidente em algumas regiões.

A comparação entre os valores médios diários da CTR mostrou diferença entre os dias analisados ( $P < 0,05$ ). Na Figura 9 estão representadas a curva da radiação solar medida no período e a curva da CTR determinada para a testemunha (céu aberto). Pode-se observar que, embora a CTR não apresente picos distintos, a tendência das curvas é semelhante. Deve-se considerar que para o cálculo da CTR, é considerado o efeito do vento, ocasionando menores variações nos valores.

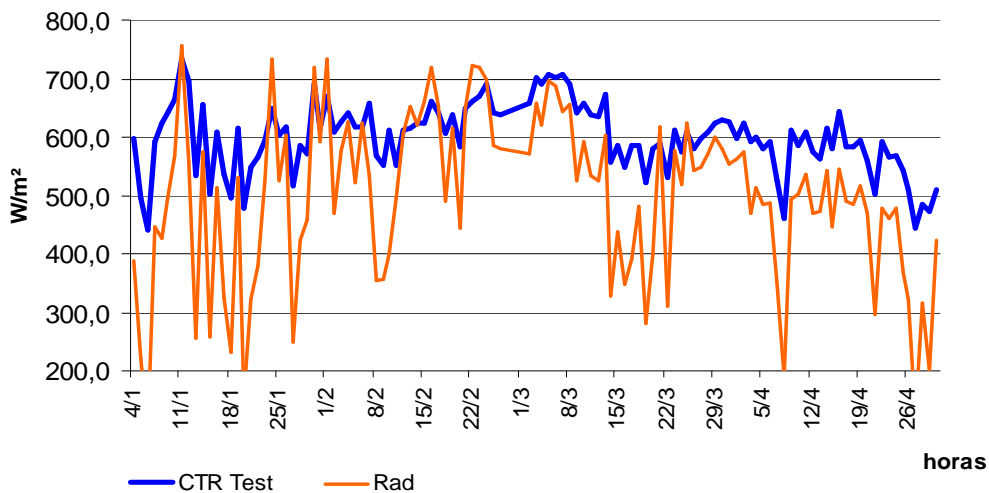


Figura 9 – Comparação entre os valores da radiação solar obtidos na estação meteorológica e os dados de CTR obtidos a partir dos valores da  $t_{gn}$  da testemunha. Médias diárias entre 9:00h e 18:00h

Na Figura 10 os valores médios diários da CTR obtidos a céu aberto são comparados com os valores da CTR para cada uma das coberturas analisadas (6(a) fibrocimento; 6(b) telhas galvanizadas e 6(c) tela de polipropileno). Verifica-se que entre os dias 06/01 e 13/01 e entre 11/02 e 14/03 há uma maior redução nos valores da CTR para a cobertura de fibrocimento. Observa-se também que, tanto para a cobertura de fibrocimento, como para a cobertura de telhas galvanizadas os valores de CTR são mais homogêneos, apresentando uma menor variação do que a céu aberto. Na

<sup>6</sup> BOND, T.E.; NEUBAUER, L.W.; GIVENS, R.L. The influence of slop and orientation and effectiveness of livestock shades. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v. 19, n. 11, p. 134-136, 1976.

cobertura com tela a variação é quase tão grande como a céu aberto, embora a média tenha sido menor.

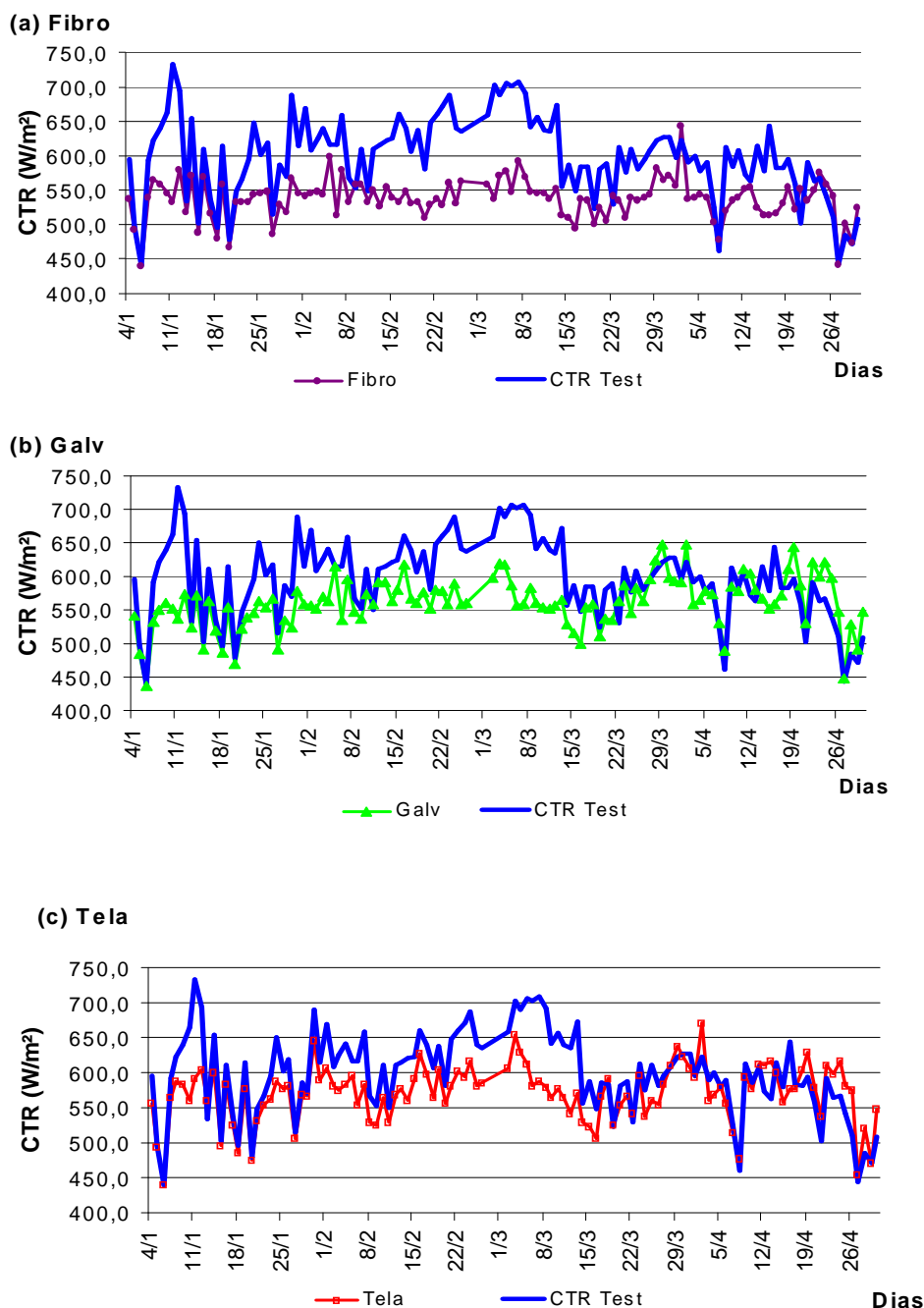


Figura 10 – Valores da CTR ( $W.m^{-2}$ ) obtidos sob os diferentes tipos de cobertura: (a) Fibro; (b) Galv e (c) Tela, comparados com a testemunha



Estudos relacionados com materiais de cobertura avaliaram os efeitos comparativos da redução da CTR para diversos tipos de exploração animal (BOND; KELLY, 1958; ROSA, 1984; SEVEGNANI et al., 1994; SOUZA, 1992; TINOCO, 2001; VECHIA, 2005). Os materiais comparados pelos autores foram predominantemente telhas de barro, telhas metálicas, telhas de fibrocimento com cimento amianto e telas de polipropileno com diferentes graus de sombreamento. Os resultados encontrados foram divergentes. Sevegnani et al. (1994) e Vechia (2005) encontraram menores valores de CTR para o cimento amianto comparados às telhas galvanizadas, enquanto Bond e Kelly (1958), Rosa (1984), Souza (1992), e Tinoco (2001) encontraram valores de CTR menores sob telhas galvanizadas em comparação ao cimento amianto.

Campos et al. (2005) compararam coberturas de cimento amianto e telas de polipropileno, encontrando melhores resultados para o cimento amianto.

A diferença encontrada para os valores de CTR entre os diferentes trabalhos pode ser explicada pelas características físicas dos materiais, da região de realização das pesquisas e da estrutura dos abrigos. O fibrocimento é um material com características isolantes ( $K = 0,571 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ ), desta forma apresenta uma menor condutividade de calor. É de se esperar uma menor temperatura sob telha composta com este tipo de material, e, conseqüentemente, uma menor CTR em ambientes abertos, onde existe o efeito da advecção do ar. A telha galvanizada apresenta um valor de  $K = 220,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ , excelente condutor térmico, desta forma, quando se aquece, irradia uma grande quantidade de energia para a parte interna, o que irá gerar um maior valor de CTR em relação ao fibrocimento. A tela de polipropileno, devido à cor negra, tem uma grande absorvidade, porém, não é completamente opaca deixando que 20% da radiação incidente passe por ela o que irá aumentar a transmissão de energia térmica e, conseqüentemente, o valor da CTR.

### **2.3.2.1.3 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)**

Outro índice normalmente utilizado para comparações e estudos bioclimáticos com animais é o ITGU. Os valores médios de ITGU registrados sob os diferentes tratamentos estiveram entre 79 e 83,3, considerado por Baêta, (1997) dentro da faixa de perigo para bovinos leiteiros (Tabela 8).

Para o ITGU o modelo estatístico também encontrou uma interação entre horas do dia e tratamentos ( $P < 0,05$ ). A razão desta interação, como no caso da  $t_{gn}$  e da CTR é que, nos horários em que a temperatura ambiente, radiação incidente e a entalpia do ar são menores, houve uma inversão no desempenho dos materiais.

Tabela 8 – Resultado da Interação entre tratamentos e horas do dia para os valores médios do Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Hora	Tratamentos							
	Testemunha		Tela		Galvanizado		Fibrocimento	
9:00	74,27	f B	73,94	g B	74,86	e AB	75,35	c A
9:30	77,06	e A	75,86	f B	76,86	d A	77,35	bc A
10:00	78,65	e A	78,01	e B	78,92	c A	79,03	ab A
10:30	80,69	d A	78,87	ce B	79,28	bc B	78,45	b C
11:00	82,94	c A	79,87	cde B	79,73	bc B	78,82	b C
11:30	84,14	bc A	80,90	bc B	80,80	b B	79,31	ab C
12:00	85,17	ab A	81,80	bc B	81,69	ab B	80,08	ab C
12:30	85,16	ab A	82,54	ab B	82,50	a B	80,97	a C
13:00	84,87	ab A	82,70	a B	82,64	a B	81,26	a C
13:30	85,47	a A	83,08	a B	83,30	a B	82,05	a C
14:00	85,51	a A	83,08	a B	83,45	a B	82,42	a C
14:30	86,26	a A	83,72	a C	84,22	a B	83,80	a C
15:00	85,44	a A	82,73	a B	82,72	a B	82,34	a C
15:30	84,84	bc A	82,20	ab B	81,97	ab B	81,55	a C
16:00	84,45	bc A	81,64	bc B	81,42	ab B	80,94	ab C
16:30	84,90	ab A	81,63	bc B	81,40	ab B	80,82	ab C
17:00	84,05	bc A	81,31	bc B	81,13	ab B	80,51	ab C
17:30	83,31	bc A	81,05	bc B	81,20	ab B	80,44	ab C
18:00	81,59	cd A	80,70	bc B	80,90	ab B	80,50	ab C
Médias	83,30	A	80,86	C	81,10	B	79,96	D

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer (0,05%). Letras minúsculas comparação dentro da coluna, letra maiúscula dentro da linha.

Pela Tabela 8 pode-se observar que não houve diferença entre o tratamento galvanizado e o tratamento tela para a maioria dos horários ( $P > 0,05$ ). Quando foram comparadas as médias, sem se considerar a interação, foi verificada diferença entre os quatro tratamentos ( $P < 0,05$ ). O tratamento com os menores valores foi o de fibrocimento, portanto, baseando-se neste índice, também foi o material que ofereceu maior conforto.

A Figura 11 ilustra o efeito da interação. Pode-se observar, também, uma proximidade entre as médias dos três tratamentos pela manhã e ao final da tarde.

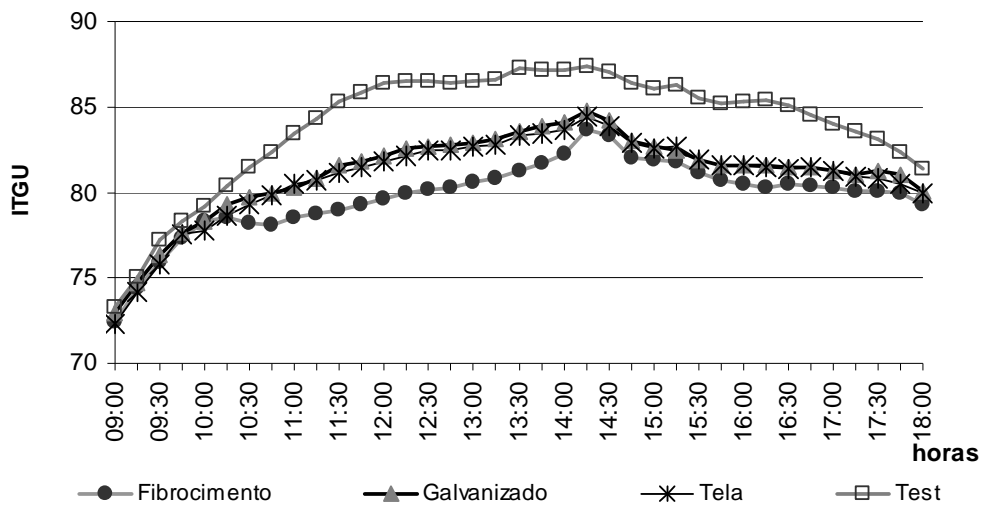


Figura 11 – Gráfico das médias horárias dos valores de ITGU no período estudado

Campos et al. (2005), comparando diferentes tipos de cobertura para abrigos de bezerros, encontraram valores de ITGU em pleno sol de 91,97, sob coberturas de cimento amianto de 84,03 e sob tela de 87,44, valores superiores aos encontrados na presente pesquisa, mas dentro da mesma ordem de grandeza. Deve-se considerar que o experimento citado ocorreu em um verão de temperaturas muito elevadas e os abrigos mediam 1,6m de altura. Silva et al. (1990) obtiveram valores de ITGU em protótipos cobertos com cimento amianto de 84,87 às 11:00h e 87,24 às 14:00h. Barbosa et al. (2004) registraram valores máximos de ITGU sob tela de 88,00 contra 95,0 ao sol, em abrigos com 3m de altura. Martello et al. (2004) obtiveram valores de ITGU de 77,0 e 77,8 sob cobertura de cimento amianto e tela, respectivamente, valores inferiores em decorrência das diferenças climáticas.

Brosh et al. (1998), durante o verão, avaliaram o efeito do sombreamento com telhas galvanizadas e encontraram valores de ITGU de 72,6 pela manhã e 80,4 à tarde à sombra, enquanto ao sol os valores foram de 83,9 e 90,4 pela manhã e à tarde, respectivamente. Trabalhando também com telhas galvanizadas, Mader et al. (1999) encontraram valores de ITGU de 68,67.

Os valores de ITGU relatados apresentaram uma grande variação em função das características meteorológicas dos locais onde foram realizados os experimentos, mas, de maneira geral, o que se observa é que a redução no valor deste índice à sombra é

significativa e que as sombras sólidas, quando comparada às providas por tela, proporcionaram um melhor resultado.

O fibrocimento sem amianto contém fibras plásticas na sua composição em substituição às fibras de amianto, por este motivo deve apresentar características térmicas diferentes. Não foram encontrados estudos comparativos entre os dois tipos de material para estas características, portanto não é possível afirmar que o resultado obtido com o fibrocimento sem amianto seja comparável ao cimento amianto.

A utilização de índices permite que se obtenha uma estimativa do que possa vir a ocorrer com os animais, porém, nem sempre os resultados por eles apontados são os esperados. Desta forma, é de grande importância o estudo realizado com animais para que se possam determinar efetivamente quais os parâmetros que devam ser considerados quando da determinação do conforto térmico. Silanikove (2000) reporta que o ITGU, por associar a temperatura, a radiação e a umidade do ar, é provavelmente o melhor índice para avaliar o estresse térmico em áreas abertas. Porém, o autor chama a atenção para a complexidade do animal e para o fato de que o índice deve ser tomado apenas como referência. Segundo Silva (2006), a temperatura do globo negro é consequência do comportamento térmico do globo, confeccionado com um tipo de material, com características próprias de tamanho e espessura e exposto a determinadas condições ambientais, enquanto o corpo do animal apresenta uma grande variação de forma, tamanho e estrutura. O autor afirma ainda que o globo não considera as trocas de energia do animal para o meio.

Yamamoto et al. (1994) consideram ser a radiação solar a variável que mais influencia no estresse de animais a campo e assim propõe um índice baseado na  $t_{gn}$ , enquanto Mader et al. (2006) colocam que a temperatura do ar, e não a radiação, foi mais importante no ganho de calor dos animais. Em trabalho apresentado por Silva et al. (2007) em que cinco índices de conforto térmico foram comparados, foi demonstrado o baixo coeficiente de correlação encontrado entre o ITGU e a resposta fisiológica dos animais em ambientes tropicais. Martello (2006) também questiona a utilização de índices que não consideram a reação animal e propõe uma correlação entre frequência respiratória e a temperatura de pelame dos animais para a determinação do conforto.

Independentemente das considerações existentes sobre os índices estudados, os resultados médios demonstraram haver semelhança entre eles. A telha de fibrocimento proporcionou, de acordo com os três índices analisados, melhor qualidade térmica, como cobertura de abrigos, quando comparada com a telha galvanizada e tela de polipropileno, apenas os valores de ITGU apresentaram-se semelhanças entre os materiais tela e galvanizado na maioria dos horários.

### **2.3.3 Análise fisiológica**

Uma das formas de mensurar os reflexos do ambiente físico, sobre os animais, é por meio de alterações em suas características fisiológicas. Nessa pesquisa avaliou-se a frequência respiratória (FR), a temperatura retal (TR) e a temperatura de pelame (TP).

#### **2.3.3.1 Efeito do sombreamento nas variáveis fisiológicas.**

Como já descrito, no **Material e Métodos**, as variáveis fisiológicas foram analisadas utilizando-se dois modelos diferentes. Inicialmente o tempo da pesquisa foi dividido em três períodos estabelecidos de acordo com as características ambientais, descritos a seguir. Posteriormente foi realizada a análise de perfil.

Divisão dos períodos:

Período 1: de 12/01/2007 a 09/02/2007;

Período 2: de 16/02/2007 ao 16/03/2007 e

Período 3: de 23/03/2007 ao dia 27/04/2007.

##### **2.3.3.1.1 Frequência respiratória (FR)**

A frequência respiratória (FR) é a primeira alteração fisiológica visível nos animais em situações de estresse térmico. Na avaliação desta variável constatou-se efeito dos tratamentos, do dia e das horas ( $P < 0.05$ ). Houve interação tratamento x horário nos períodos 2 e 3 ( $P < 0,05$ ) e interação dia x horário para os três períodos ( $P < 0,05$ ) (Anexo C Tabelas 1 e 2).

Na Tabela 9 estão apresentadas as médias de FR diárias obtidas por tratamento nos três períodos estudados. Verifica-se que nos dois primeiros períodos houve efeito, não só da sombra, como também uma diferença entre as respostas dos animais sob os diferentes tratamentos. No primeiro período, nos abrigos cobertos com fibrocimento, os

animais apresentaram menores valores de FR ( $P < 0,05$ ) do que nos de cobertura de telhas galvanizadas e nos de tela, que apresentaram valores semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ), porém superiores ( $P < 0,05$ ) aos verificados nos animais testemunha. No segundo período, os valores da FR registrados no tratamento fibrocimento também foram numericamente inferiores, porém semelhantes aos obtidos no tratamento tela ( $P > 0,05$ ), que novamente apresentou valores de FR semelhantes aos do tratamento galvanizado ( $P > 0,05$ ) e inferiores à testemunha ( $P < 0,05$ ).

Para o terceiro período, não foi observada a mesma relação entre os tratamentos. Os valores de FR registrados no tratamento galvanizado foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) aos dos animais testemunhas, embora apresentassem um valor de FR numericamente superior. Nos tratamentos tela e fibrocimento os valores de FR foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) e diferentes dos obtidos pelos animais nos tratamentos testemunha e galvanizado ( $P < 0,05$ ).

Tabela 9 – Resultado da comparação de médias para a Frequência respiratória (FR) obtidas nos três períodos analisados

Tratamento	Períodos		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
	mov.min <sup>-1</sup>		
<b>Fibrocimento</b>	76,3 C	71,8 C	52,1 B
<b>Galvanizado</b>	85,9 B	79,5 B	62,9 A
<b>Tela</b>	82,4 B	75,5 BC	55,9 B
<b>Testemunha</b>	93,1 A	89,8 A	61,6 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P > 0,05$ . Comparações na coluna.

Comparando os valores da FR entre os períodos, pode-se verificar que há uma redução nos valores no decorrer do tempo. Menores valores foram registrados durante o segundo e terceiro períodos. Esta redução acompanhou a redução da  $t_{bs}$  (°C) e da radiação solar ( $W.m^{-2}$ ), como pode ser observado na Figura 12. Pode-se constatar que semelhantemente ao observado com os índices de conforto, quanto menor a intensidade do estressor ambiental, menor a variação observada nos valores da FR registrada nos diferentes tratamentos.

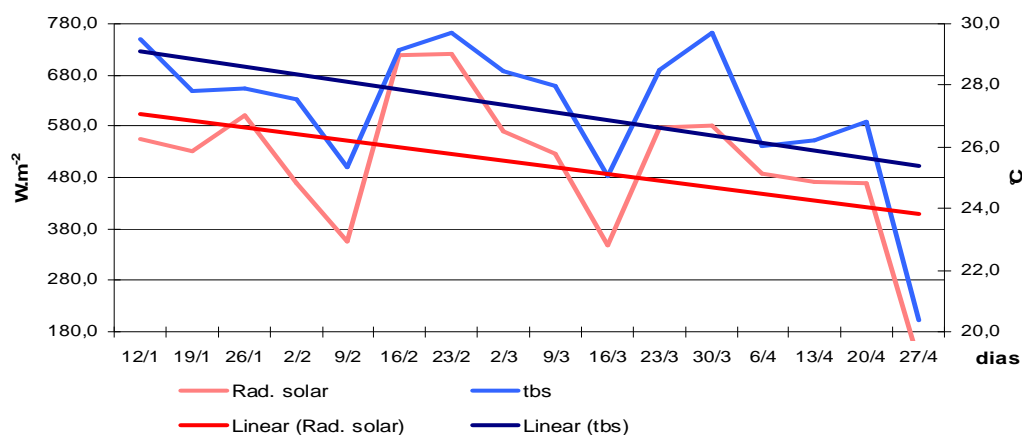


Figura 12 – Valores médios diurnos da temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}\text{C}$ ) e da radiação solar ( $\text{W.m}^{-2}$ ) com a curva de tendência, nos dias de tomada de dados das variáveis fisiológicas

A variação da FR entre os três horários de aquisição de dados não foi a mesma nos três períodos estudados (Tabela 10).

Observando os valores médios obtidos, pode-se verificar que durante o primeiro período houve uma elevação no número de movimentos respiratórios das 10:00h para as 13:00h ( $P < 0,05$ ), permanecendo constante até às 16:00h. Neste período não foi observada interação, e todos os tratamentos tiveram desempenho semelhante nos três horários

Tabela 10 – Valores médios da FR por horário e desdobramento da interação tratamento x horário nos três períodos

Período	horário	Tratamento				Média
		Fibro	Galv	Tela	Test	
		mov.min <sup>-1</sup>				
Primeiro	10:00	52,8 B	61,3 B	58,9 C	63,1 B	59,5 B
	13:00	83,6 A	99,4 A	97,2 A	109,1 A	98,3 A
	16:00	83,5 A	93,8 A	89,3 B	105,4 A	93,7 A
Segundo	10:00	56,0 C a	61,2 C a	57,5 B a	62,2 C a	59,2 C
	13:00	74,9 A b	83,1 A b	79,6 A b	101,9 A a	84,9 A
	16:00	69,4 B b	78,4 B b	74,3 A b	87,3 B a	77,4 B
Terceiro	10:00	39,9 B a	47,3 C a	40,8 C a	40,7 C a	42,2 C
	13:00	62,3 A a	76,1 A ab	69,7 A b	79,1 A a	71,8 A
	16:00	54,0 A b	65,4 B a	57,1 B ab	65,1 B a	60,4 B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ .  
Letras maiúsculas comparação na coluna e minúsculas na linha.

No segundo e terceiro períodos foi verificado um valor máximo de FR às 13:00h ( $P < 0,05$ ), um valor intermediário às 16:00h ( $P < 0,05$ ) e o menor valor foi registrado pela

manhã ( $p < 0,05$ ). A partir do segundo período, com a entrada do outono, as diferenças nas características meteorológicas entre os horários são maiores, em função de uma menor  $t_{bs}$  noturna e de um aquecimento gradativo da atmosfera durante o dia. Nestes dois períodos foram verificadas interações e, como pode ser comprovado na Tabela 10, o efeito da sombra passou a ser relevante somente nos horários com os maiores valores de  $t_{bs}$  e radiação solar, no horário das 10:00h não foi verificada diferença entre a testemunha e os demais tratamentos ( $P > 0,05$ ).

A análise de perfil possibilita uma visão geral da variação da FR ocorrida durante todo o período da pesquisa. As curvas obtidas a partir dos dados de FR para os três horários observados são apresentadas na Figura 13, (a) valores obtidos às 10:00h, (b) às 13:00h e (c) valores obtidos às 16:00h.

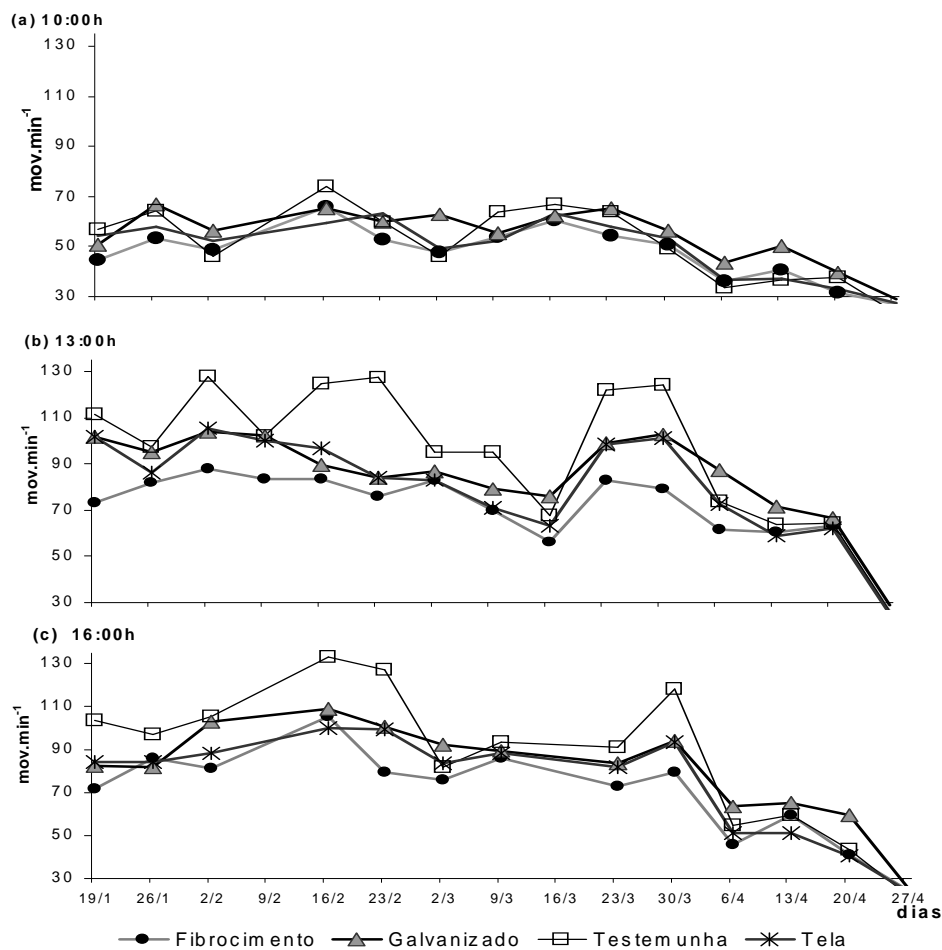


Figura 13 – Valores médios da frequência respiratória ( $\text{mov.min}^{-1}$ ) registradas nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa



O resultado da análise indicou que houve interação ( $P < 0,05$ ) entre o tratamento e o tempo no segundo e terceiro horários, mas não no primeiro. Não foi verificada horizontalidade ( $P < 0,05$ ) para nenhum dos horários, ou seja, houve um decréscimo na FR no decorrer do tempo. O teste para a coincidência dos perfis indicou que houve coincidência ( $P > 0,05$ ) no primeiro horário, não houve no segundo ( $P < 0,05$ ) e no terceiro foi encontrado um  $P = 0,069$ . O que significa que, de acordo com esta análise, houve efeito dos tratamentos sobre a FR somente no segundo horário. Deve-se salientar que na presente pesquisa pode-se tomar a variação no tempo como variação na temperatura.

Durante o período da pesquisa, foi observada uma grande variação nos valores da FR: variação entre os animais, entre os tratamentos, entre os dias e entre os horários. Os dados registrados permitiram o estabelecimento de uma relação exponencial e positiva entre os valores de  $t_{bs}$  e FR para os tratamentos às 13:00h (Figura 14) as equações de regressão e os valores de  $R^2$  correspondentes estão na Tabela 11.

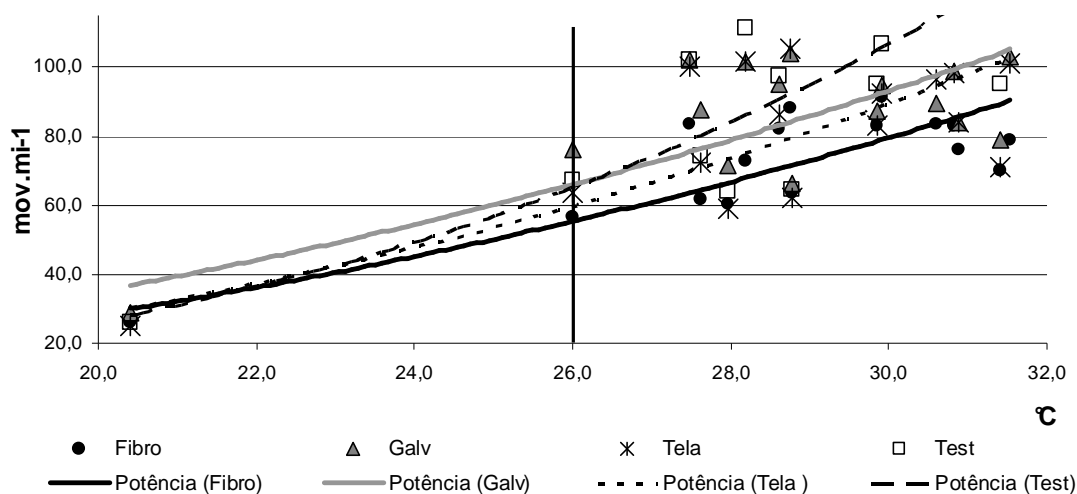


Figura 14 – Relação entre os valores da  $t_{bs}$  (média das 12:00h a 14:00h) e dos valores de FR registrados às 13:00h durante o período experimental e limite superior de  $t_{bs}$  (TCS) para novilhas leiteiras

Como pode ser observado na Figura 14 e na Tabela 11 a FR e a  $t_{bs}$  aumentaram de acordo com uma relação exponencial positiva. As diferentes curvas indicam desempenho diferenciado entre os tratamentos, ou seja, para uma mesma  $t_{bs}$  diferentes valores de FR são observados. A presença da sombra mostrou ser eficiente na redução

dos valores da FR e, dos materiais estudados, as menores alterações foram verificadas sob o tratamento fibrocimento.

Tabela 11 – Equações de regressão e correspondentes R<sup>2</sup> para a frequência respiratória (FR) em função da t<sub>bs</sub> nos tratamentos

Tratamento	Equação	R <sup>2</sup>
Fibrocimento	$y = 0,0143x^{2,535}$	0,7345
Galvanizado	$y = 0,00258x^{2,4083}$	0,6612
Tela	$y = 0,0063x^{2,8102}$	0,6775
Testemunha	$y = 0,0008x^{3,6406}$	0,7775

A frequência respiratória é modificada em ambientes quentes, permitindo uma perda de calor latente e assim prevenindo a hipertemia. Em novilhas pode chegar a 10% da perda de calor (YOSSEF, 2000). Na Tabela 12 estão apresentados valores de FR definidos por alguns autores como normais e estressantes. Como pode ser observado, os valores são bastante divergentes.

Tabela 12 – Valores normais e estressantes da frequência respiratória (FR), segundo autores

Normal	Estresse	Autor	Animais
	44-108	Bacari et al. (1995)	Vacas leite
60	120-160	Hahn e Mader (1997)	Vacas leite
32	94	MacDowell (1975)	Vacas leite
90-110	110-130	Eigenberg et al. (2005)	Novilhos corte
24-50		Reece (2006)	Vacas leite
21-25		Reece (2006)	Bezerro leite 52 semanas

Os fatores que interferem na FR, além da t<sub>bs</sub>, podem ser divididos em fatores inerentes ao animal ou fatores do meio. Fatores dependentes do animal podem ser: a idade, a genética, o peso, o ciclo estral (fêmeas), a sanidade, a nutrição, a aclimação e a hierarquia no rebanho. Como fatores dependentes do meio pode-se citar: o número de dias com altas t<sub>bs</sub>, a t<sub>bs</sub> noturna, a umidade do ar, a radiação solar, a inclinação dos raios solares, a velocidade do vento, o tipo de vegetação do entorno, a presença de agentes estranhos (cheiro ou barulho) e o número de animais no rebanho. Estabelecer,

portanto, um intervalo fixo de valores de FR que possa ser considerado normal é uma tarefa difícil.

O impacto da presença da sombra sobre a redução da FR de bovinos leiteiros tem sido evidenciado por diversos autores (Tabela 13).

Tabela 13 – Efeito da presença de sombra sobre a frequência respiratória (FR) de bovinos de acordo com autores

<b>Animais</b>	<b>Sol</b> mov.min <sup>-1</sup>	<b>Sombra</b>	<b>Redução</b> %	<b>Autor</b>	<b>Local</b>
Vacas	82,0	54,0	<b>34,1</b>	Roman-Ponce et al. (1977)	Florida (EUA)
Vacas	87,4	63,3	<b>27,6</b>	Collier et al. (1982)	Florida (EUA)
Vacas	87,9	62,9	<b>28,4</b>	Prasanpanich (2002)	Saraburi (Tailândia)
Vacas	89,0	81,9	<b>8,0</b>	Damasceno et al. (1998)	São Paulo (Brasil)
Vacas	94,8	68,2	<b>28,1</b>	Barbosa et al. (2004)	Paraná (Brasil)
Novilhas leite	88,5	64,0	<b>27,7</b>	Carvalho e Oliva (1999)	Rio Grande do Sul (Brasil)
Novilhas leite	79,0	57,0	<b>27,8</b>	Yamamoto et al. (1994) (outono)	Hiroshima (Japão)
Novilhas leite	130,0	97,0	<b>25,4</b>	Yamamoto et al. (1994) (verão)	Hiroshima (Japão)
Bezerros leite	54,7	42,5	<b>22,3</b>	Kawabata et al. (2005)	São Paulo (Brasil)
Novilhos corte	93,4	82,3	<b>11,9</b>	Brown-Brandl et al. (2005)	Nebraska (EUA)
Novilhos corte	102,3	86,0	<b>15,9</b>	Eigenberg et al. (2005)	Nebraska (EUA)
Corte adultos	120,0	85,0	<b>29,2</b>	Mitlohner et al. (2002)	Texas (EUA)

Pela observação da Tabela 13, pode-se afirmar que em todos os experimentos citados, os animais, mesmo à sombra, estavam em situações que poderiam ser definidas como fora do normal, se forem comparados com alguns valores preconizados na Tabela 12. Pode-se observar também que o percentual de redução na FR proporcionado pela sombra apresentou valores bastante discrepantes.

Nesta pesquisa, a presença de sombra, nos períodos de maior  $t_{bs}$  e radiação solar (primeiro e segundo período), propiciaram uma redução significativa nos valores médios de FR ( $P < 0,05$ ), com valores de 18 mov.min<sup>-1</sup> (20%) em abrigos de fibrocimento e 10 mov.min<sup>-1</sup> (11,5%) em abrigos de tela e galvanizados, enquanto no terceiro período não foram encontradas diferenças, resultado semelhante aos verificados por Yamamoto et al. (1994) e Brown-Brandl et al. (2005), que encontraram maiores variações na FR em condições ambientais mais adversas termicamente.

A observação dos animais, quando em ofego, com valores de FR superiores a 60 mov.min<sup>-1</sup>, chegando até a 160 mov.min<sup>-1</sup>, como foram registrados, transmite uma sensação de extremo desconforto. Ao observar os animais em ofego, foi possível

verificar paradas eventuais ou alterações no ritmo da respiração. Isto de acordo com Brown-Brandt et al. (2005), pode significar que o animal está com deficiência de oxigênio.

A utilização de sombra permitiu uma redução no ritmo da FR e embora não seja possível afirmar até que ponto os animais estavam em conforto, é certo que houve uma redução no desconforto. Neste parâmetro, o tipo de cobertura que apresentou os melhores resultados foi a cobertura de telhas de fibrocimento, seguidas pela cobertura composta por telha galvanizada, e a cobertura de tela com os piores resultados.

A alteração na FR, em função da facilidade de mensuração e da rápida resposta às alterações ambientais, tem sido proposta como um parâmetro fisiológico para a detecção do estresse no animal (BROWN-BRANDT et al., 2005; MADER et al., 2006; MARTELLO, 2006; MITLOEHNEN et al., 2001; PRASANPANICH et al., 2002; SILVA et al., 2007; VALTORTA et al., 1997). Na presente pesquisa, das variáveis analisadas, foi a que apresentou melhor visibilidade dos efeitos dos diferentes tipos de sombreamento sobre os animais.

#### **2.3.3.1.2 Temperatura retal (TR)**

A medida da temperatura retal pode indicar a inadaptabilidade fisiológica dos animais aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (BAETA, 1997; HOUP, 2006, MOTA, 1997, SILVA, 2000). De acordo com Gatenby (1986), pode indicar uma reação do animal às condições ambientais, pois o aumento temporário da temperatura corporal ocasiona uma aceleração na perda de calor sensível e latente fazendo com que o organismo volte ao equilíbrio térmico.

O resultado da análise para a TR indicou que houve efeito de tratamento, dia e horário nos três períodos ( $P < 0,05$ ), porém no primeiro e segundo períodos não foram detectadas diferenças entre as médias pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ), no terceiro período os valores da TR do tratamento fibrocimento foi semelhante aos da tela ( $P > 0,05$ ), porém, diferente ( $P < 0,05$ ) dos verificados no tratamento galvanizado. Todos os tratamentos, no entanto, apresentaram valores de TR semelhantes à testemunha ( $P > 0,05$ ) (Tabela 14). Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) somente no terceiro

período entre tratamento x dia e interação horário dia nos três períodos (Anexo D, Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 14 – Resultado médio e comparação de médias da TR entre os tratamentos nos três períodos estudados

Tratamento	Períodos		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
	°C		
<b>Fibrocimento</b>	39,4 A	39,2 A	38,7 B
<b>Galvanizado</b>	39,4 A	39,2 A	38,9 A
<b>Tela</b>	39,3 A	39,0 A	38,6 B
<b>Testemunha</b>	39,2 A	39,3 A	38,7 AB

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P > 0,05$ . Comparações na coluna.

A comparação dos valores de TR entre os períodos indica uma queda nos valores registrados no decorrer do tempo, assim como ocorreu com a FR, ou seja, com a redução das  $t_{bs}$  médias há uma redução na TR das novilhas.

Como não foi observada diferença entre os tratamentos, foi realizada a comparação dos valores médios de TR dos animais nos diferentes horários (Tabela 15).

Tabela 15 – Comparação dos valores de temperatura retal (TR) registrados nos três horários de coleta de dados nos três períodos

Horário	Períodos		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
	°C		
<b>10:00</b>	38,9 B	38,7 C	38,3 C
<b>13:00</b>	39,5 A	39,3 B	39,0 A
<b>16:00</b>	39,6 A	39,6 A	38,9 B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P > 0,05$ . Comparações na coluna.

No primeiro período houve uma elevação na TR dos animais das 10:00h para as 13:00h ( $P < 0,05$ ), permanecendo constante até às 16:00h ( $P > 0,05$ ) (Tabela 15). No segundo período o que se observou foi um aumento nos valores de TR das 10:00h para as 13:00h ( $P < 0,05$ ) e das 13:00h para as 16:00h ( $P < 0,05$ ). No terceiro período houve aumento ( $P < 0,05$ ) do horário das 10:00h para o horário das 13:00h e uma redução

( $P < 0,05$ ) para o horário das 16:00h, que apresentou valores superiores ( $P < 0,05$ ) aos encontrados às 10:00h.

Os resultados observados no primeiro e segundo períodos foram semelhantes aos encontrados por Martello (2006), que observou uma elevação contínua na TR dos animais, aumentando mesmo com a redução na  $t_{bs}$ , e por Damasceno et al. (1998). Kendal et al. (2006) acompanharam a variação diária da temperatura vaginal de vacas leiteiras. Os resultados mostraram que a temperatura vaginal continuou subindo mesmo quando, após as 16:00h, houve uma redução da  $t_{bs}$ , atingiu um pico entre 17:20h e 17:30h, quando começou a decrescer. Os menores valores foram observados entre 7:00h e 7:30h, resultado semelhante ao encontrado por Lee e Hillman (2007).

No terceiro período houve outra tendência, uma redução na TR observada das 13:00h para as 16:00h. Este comportamento pode ser explicado em função das características ambientais. Os animais, no terceiro período, apresentaram uma TR pela manhã (10:00h) inferior à observada nos períodos anteriores. Com a elevação da  $t_{bs}$  durante o dia, não chegaram a entrar em estresse térmico. Desta forma voltaram mais rapidamente ao equilíbrio.

O resultado da análise de perfil para a TR indicou que não houve interação entre tempo e tratamento no primeiro horário ( $P > 0,05$ ), mas foi verificada nos outros dois horários ( $P < 0,05$ ). Este resultado significa que os tratamentos não tiveram o mesmo tipo de comportamento ao longo dos dias, ou seja, os diferentes tipos de cobertura não apresentaram o mesmo tipo de comportamento sobre a TR durante todos os dias.

Não foi verificada horizontalidade entre os perfis para os três horários ( $P < 0,05$ ) também para esta variável, houve um decréscimo com a redução na temperatura ambiente e redução na radiação solar.

Os perfis, nos três horários, foram coincidentes ( $P > 0,05$ ), indicando que não houve efeito dos tratamentos sobre esta variável (Figura 15).

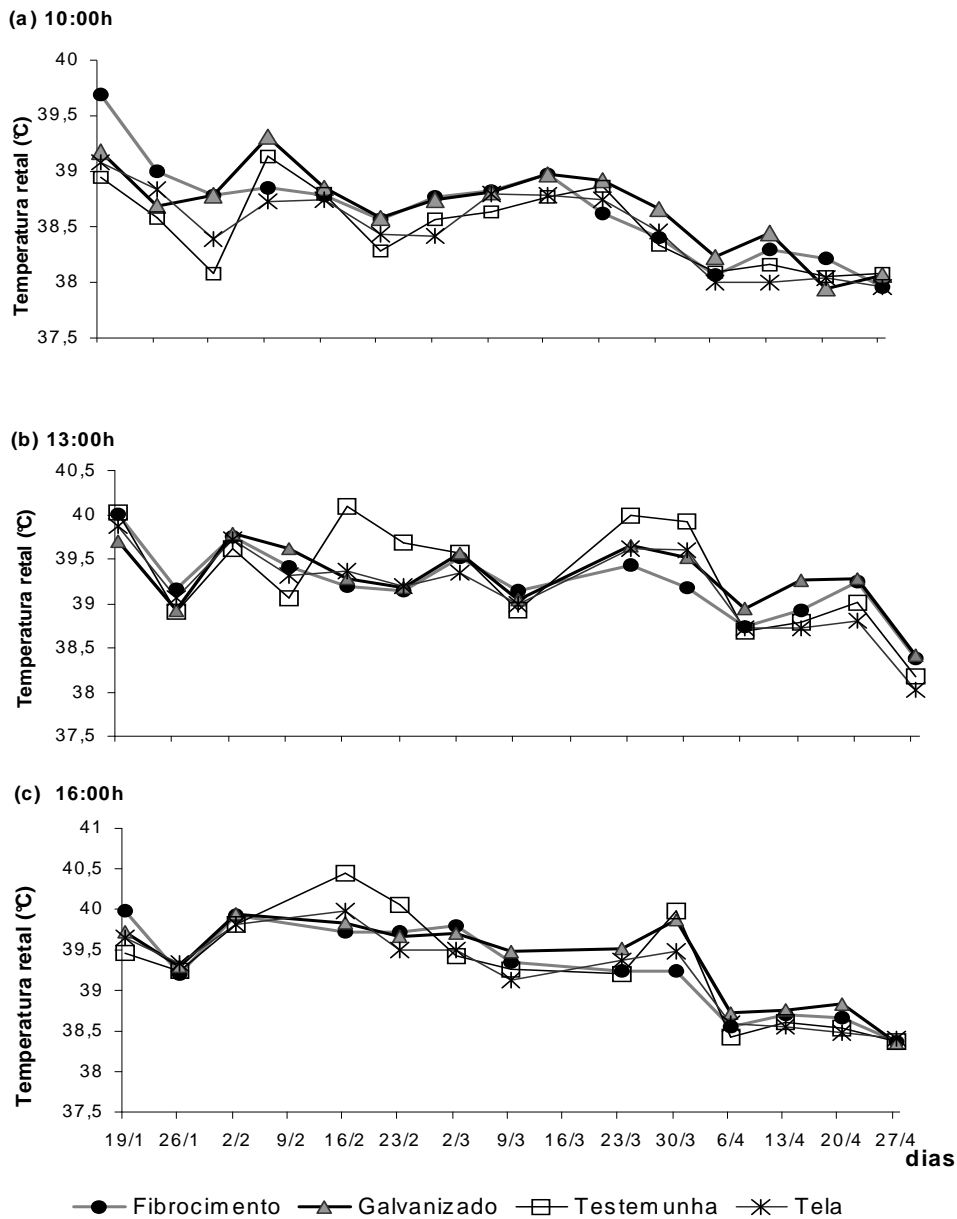


Figura 15 – Valores médios da temperatura retal (°C) registradas nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa

Os valores médios de TR encontrados nesta pesquisa apresentaram uma variação de 38,2°C a 39,7°C, o valor mínimo foi inferior ao mínimo registrado por Bernabucci et al. (1999) para novilhas holandesas, com 10 meses de idade, em câmara climática. Os autores, quando estabeleceram a situação de conforto ( $t_{bs} = 18^{\circ}\text{C}$  e UR=70%), encontraram valores de TR entre 38,5°C e 38,7°C. Em situação de estresse térmico ( $t_{bs}=33^{\circ}\text{C}$  e UR 60%) registraram inicialmente valores de TR de 39,9°C, porém,

passados 10 dias estes valores foram reduzidos para 39,2°C, sem que as condições da câmara fossem alteradas. Esta variação foi atribuída à aclimação sofrida pelos animais. Pode-se inferir que, para novilhas holandesas criadas em condições tropicais, o valor de TR considerado normal seja inferior ao observado em animais oriundos de regiões mais frias. Esta afirmação necessita de um número maior de pesquisas para ser confirmada, no entanto, já é possível afirmar ser muito difícil o estabelecimento de uma faixa de TR dentro da qual os animais estariam em conforto. Na Tabela 16 são apresentados os valores de TR determinados em animais ao sol e à sombra por vários autores com diferentes categorias animais e em diferentes situações.

Tabela 16 – Efeito da presença de sombra sobre a temperatura retal (TR) de bovinos de acordo com autores

Animais	Sol	Sombra	Autor	Local
	°C			
Vacas	40,0	39,2	Collier et al (1982)	Florida (EUA)
Vacas	40,4	39,0	Prasanpanich (2002)	Saraburi (Thailandia)
Vacas	40,1	39,9	Damasceno et al.(1998)	São Paulo (Brasil)
Vacas	39,8	39,3	Barbosa et al (2004)	Paraná (Brasil)
Vacas	38,5	38,5	<sup>1</sup> ns Kendal et al. (2006)	Hamilton (Nova Zelândia)
Vacas	40,0	39,4	ns Davison et al. (1988)	North Quensland (Australia)
Novilhas leite	39,9	39,6	Carvalho e Oliva (1999)	Rio Grande do Sul (Brasil)
Novilhas leite	39,1	38,9	ns Yamamoto et al. (1994) (outono)	Hiroshima (Japão)
Novilhas leite	39,6	39,1	Yamamoto et al. (1994) (verão)	Hiroshima (Japão)
Bezerros leite	39,6	39,0	Kawabata et al. (2005)	São Paulo (Brasil)
Novilhos corte	39,3	38,4	<sup>1</sup> Brown-Brandl et al. (2005)	Nebraska (EUA)

<sup>1</sup> : Temperatura vaginal; ns: diferença entre os valores não foi significativa

De acordo com Robertshaw (2006), a temperatura retal de uma vaca leiteira é de 38,6°C com variações de 38,0°C a 39,3°C. Para novilhas leiteiras não foi encontrado um valor específico. Na Tabela 16 são apresentados alguns valores de TR para novilhas e, embora não se possa compará-los, pode-se observar que são inferiores aos verificados para vacas.

Davison et al. (1988) compararam a temperatura retal de vacas multíparas e primíparas com e sem acesso à sombra de árvores. Os resultados indicaram que as vacas multíparas são mais sensíveis que as primíparas ao estresse térmico, ou seja, animais mais jovens sofrem menos efeito do estresse ambiental.



Observando os valores registrados ao sol, pelos autores, verifica-se que a maioria está acima do limite de TR estabelecido para bovinos leiteiros, o que demonstra a importância da disponibilidade de sombra no equilíbrio térmico dos animais.

Brown-Brandtl et al. (2005) encontraram diferença na TR de vacas de corte apenas quando as condições ambientais estavam em situação definida como de alerta. Em condições definidas como normais não houve diferença na TR de vacas sombreadas ou não.

Kendal et al. (2006) observaram que houve um aumento na temperatura vaginal com a elevação da  $t_{bs}$ , porém a alteração foi defasada, ou seja, só foi verificada quando os valores da  $t_{bs}$  já estavam diminuindo. Os autores concluíram que, embora influenciada pelas condições ambientais, esta variável não seria interessante para diagnosticar os efeitos do estresse ambiental.

Baccari Junior et al. (1979), em condições de termoneutralidade, encontraram que a TR de vacas holandesas apresentava correlação mais alta ( $r=0,96$ ) com a hora do dia do que com a temperatura do ar ( $r=0,71$ ).

Os animais procuram por meio do comportamento e posicionamento fugir das condições que lhes são desfavoráveis. De acordo com Blackshaw e Blackshaw (1994), os bovinos se colocam contra o vento para ajudar na perda de calor. Lee e Hillman (2007), no Havaí, observaram que vacas adultas se posicionam com a cauda voltada para o sentido do vento, numa intenção de reduzir os efeitos da radiação solar e assim manter a TR.

Os animais sem acesso a sombra apresentaram maior frequência respiratória, mantiveram-se preferencialmente de pé e na maioria das vezes alinhados com a direção do vento, conseguindo, desta forma, manter a TR dentro do equilíbrio homeotérmico.

### **2.3.3.1.3 Temperatura de pelame (TP).**

A pele do animal é o principal órgão responsável pela percepção e pelas trocas de calor entre o animal e o meio ambiente (ANDERSON; JÓNASSON, 1996; BACARI, 2001). O pelame dos bovinos influencia diretamente as trocas térmicas, em função da

quantidade, comprimento, espessura e inclinação dos pêlos e da pigmentação da epiderme (MORAIS, 2007; SILVA, 2000).

Os resultados encontrados para a temperatura do pelame (TP) mostraram que houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos, dias e horários no primeiro e segundo períodos. No terceiro período foi verificada diferença ( $P < 0,05$ ) entre horários e dias, mas não entre tratamentos. Não houve interações significativas no primeiro nem no terceiro período e no segundo foi verificada uma interação tripla entre tratamento x dia x horário (Anexo E, Tabelas 1,2 e 3).

Os resultados das comparações de médias entre os tratamentos mostraram que no primeiro período houve diferença ( $P < 0,05$ ) na TP entre os animais testemunha e os alojados no tratamento com fibrocimento. Porém não foi verificada diferença entre a testemunha e os demais tratamentos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 17).

Tabela 17 – Resultado médio e comparação de médias da TP entre os tratamento nos três períodos estudados

Tratamento	Períodos		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
	°C		
<b>Fibrocimento</b>	31,8 B	31,6 C	30,8 A
<b>Galvanizado</b>	32,2 AB	32,3 AB	31,6 A
<b>Tela</b>	32,1 AB	31,9 BC	31,5 A
<b>Testemunha</b>	32,5 A	32,5 A	31,5 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P > 0,05$ . Comparações na coluna.

No segundo período os valores de TP dos animais testemunha foram iguais aos verificados nos animais do tratamento com telhas galvanizadas ( $P > 0,05$ ), porém, foram diferentes ( $P < 0,05$ ) dos obtidos nos animais dos tratamentos com tela e com telhas de fibrocimento. Não foi verificada diferença entre as médias de TP no terceiro período.

A comparação da TP nos três horários de coleta de dados mostrou diferença entre os horários ( $P < 0,05$ ) (Tabela 18).

Durante o primeiro período houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os valores médios de TP obtidos às 16:00h e aqueles obtidos pela manhã, mas não houve entre o horário das 13:00h e das 16:00h ( $P > 0,05$ ). A comparação dentro dos tratamentos indicou não haver diferença ( $P > 0,05$ ) entre os valores de TP registrados nos animais alojados nos

tratamentos galvanizado e tela durante os três horários. Houve diferença entre valores de TP nos tratamentos fibrocimento e testemunha que apresentaram valores inferiores ( $P < 0,05$ ) às 10:00h, quando comparados com os outros dois horários.

Tabela 18 – Valores médios da TP por horário e por tratamento observados nos três períodos

Período	horário	Tratamento				Média
		Fibro	Galv	Tela	Test	
$^{\circ}\text{C}$						
Primeiro	10:00	30,9 B	31,8 A	31,3 A	30,7 B	31,1 B
	13:00	32,3 A	32,3 A	32,3 A	33,1 A	32,5 AB
	16:00	32,4 A	32,6 A	32,9 A	33,6 A	32,9 A
Segundo	10:00	30,5 B	31,3 AB	30,2 B	31,2 AB	30,8 B
	13:00	32,1 A	32,9 A	32,5 A	33,2 A	32,9 A
	16:00	32,3 A	32,9 A	33,1 A	33,3 A	32,9 A
Terceiro	10:00	30,5 A	31,7 A	31,4 AB	31,4 A	31,2 AB
	13:00	31,1 A	31,9 A	32,4 A	32,2 A	31,9 A
	16:00	30,6 A	31,1 A	30,8 B	31,0 A	30,9 B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ . Comparações na coluna e minúsculas na linha.

No segundo período, a TP registrada nos animais de todos os tratamentos foi inferior às observadas no horário das 10:00h, quando comparado aos outros dois horários, embora tenha havido diferença ( $P < 0,05$ ) apenas nos tratamentos fibrocimento e tela.

Para o terceiro período, assim como para o primeiro, houve diferença entre as médias dos horários ( $P < 0,05$ ). Porém, o que se observou foi que, contrariamente aos dois primeiros períodos no horário das 16:00h, foram registrados valores de TP inferiores aos encontrados às 10:00h.

O ritmo diário de variação da TP nos dois primeiros períodos foi semelhante ao encontrado por Martello (2006), sendo observada uma maior temperatura no meio do dia que se manteve constante no registro das 16:00h.

A análise de perfil para esta variável indicou que em nenhum dos horários foi verificado interação entre os tratamentos e o tempo ( $P > 0,05$ ). Os perfis nos três horários não foram horizontais ( $P < 0,05$ ), houve um decréscimo da TP no tempo e o teste para a coincidência de perfis indicou que houve coincidência ( $P > 0,05$ ), ou seja, não foi verificado efeito dos tratamentos para esta variável no decorrer dos dias.

As curvas de TP obtidas nos quatro tratamentos no horário das 10:00h mostram que, embora a análise de perfil não tenha mostrado significância para a horizontalidade das curvas, estas apresentaram uma queda muito menos acentuada no tempo do que as curvas obtidas nos outros dois horários (Figura 16).

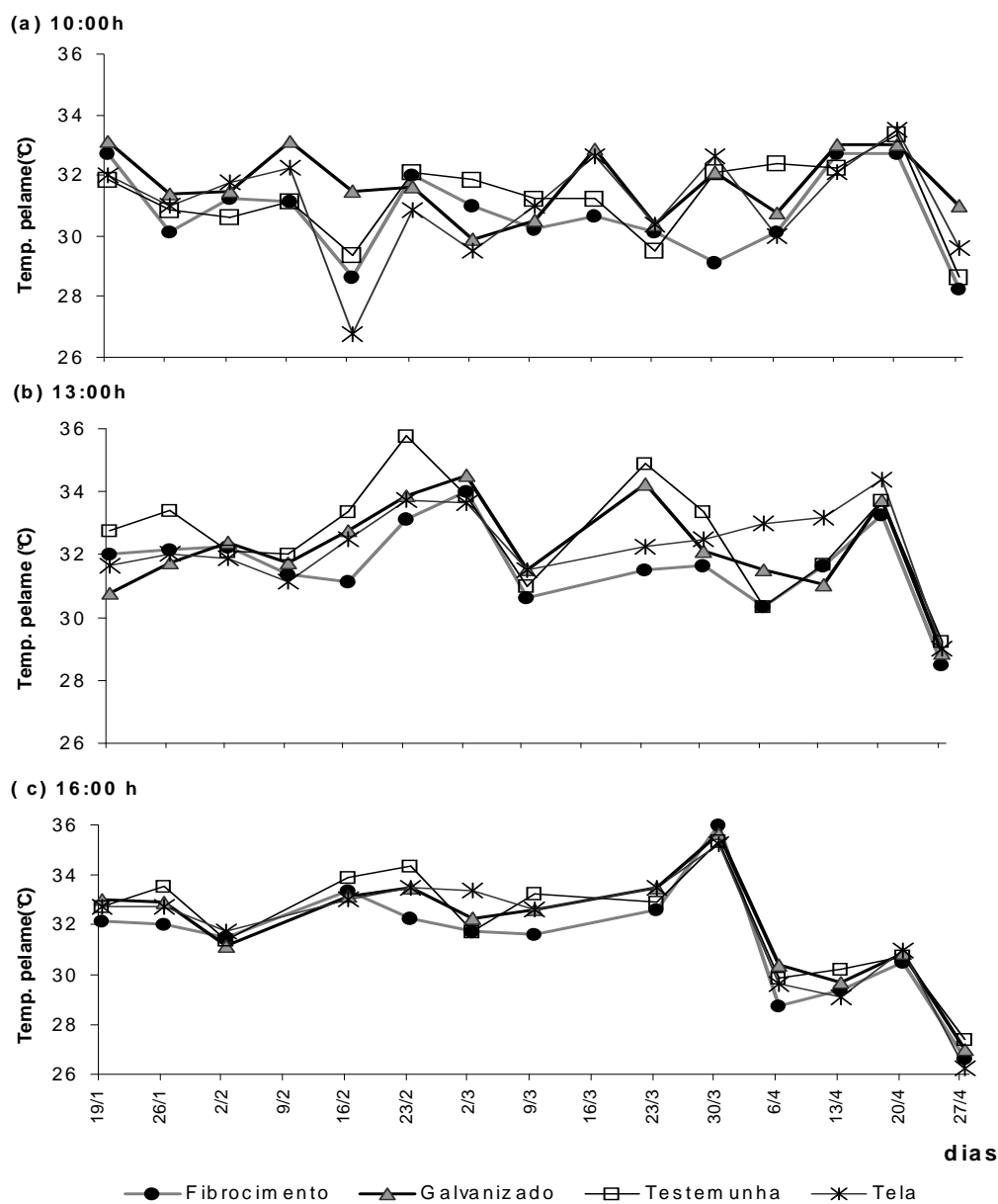


Figura 16 - Valores médios da temperatura de pelame (°C) registrados nos três horários para os quatro tratamentos durante o período da pesquisa

A alteração da TP pode ocorrer em função de alterações na circulação periférica, que ocorrem quando cessam as trocas de calor não evaporativas (ANDERSON; JÓNASSON, 1996; ROBERTSHAW, 2000; SILVA, 2000). Outros fatores que afetam a temperatura de pelame dos bovinos são: cor, espessura, quantidade e acamamento dos pêlos, coloração da epiderme, camada de gordura cutânea e fatores do meio. Entre os fatores do meio pode-se citar a radiação solar, a velocidade do vento, a  $t_{bs}$  e a umidade relativa do ar.

Poucos são os trabalhos em que foram comparados os valores de TP em bovinos com e sem acesso à sombra (Tabela 19).

Tabela 19 – Efeito da presença de sombra sobre a temperatura de pelame (TP) de bovinos de acordo com autores

<b>Animais</b>	<b>Sol</b>	<b>Sombra</b>	<b>Autor</b>	<b>Local</b>
	<b>°C</b>			
Vacas	41,2	38,2	Prasanpanich (2002)	Thailandia
Novilhas leite	35,9	35,1	Yamamoto et al. (1994) (outono)	Hiroshima
Novilhas leite	37,8	36,7	Yamamoto et al. (1994) (verão)	Hiroshima

Os valores médios de TP registrados nesta pesquisa ficaram entre 30,5°C e 33,5°C, valores inferiores aos encontrados na literatura (Tabela 19). Inferiores também aos encontrados por Morais et al. (2007) que, em vacas adultas com pelame negro, encontraram valores de TP de 37,8 °C. Porém foram semelhantes aos encontrados por Matarazzo (2004) e Martello (2006) em vacas estabuladas, adultas e com pelame escuro. O motivo para este fato pode ser a diferença no equipamento utilizado e nos locais de tomada da temperatura. Yamamoto et al. (1994) e Prasanpanich (2002) utilizaram termômetro de contato para tomar a temperatura em várias partes do pelame do animal e então apresentaram a média. Morais et al. (2007) utilizaram termômetro de infravermelho, porém tomaram a temperatura no costado, próximo à coluna dos animais. Martello (2006) e Matarazzo (2004), como no presente estudo, utilizaram-se de termômetro de infravermelho, e o local de coleta foi na espádua do animal, ou seja, lateralmente e mais próximo da cabeça.

Outro fator que deve ser considerado é que o estudo foi realizado com animais jovens, que, de acordo com Silva (2000), apresentam um número de pelos por área superior ao encontrado em animais adultos.

A variação da TP nos animais não foi tão sensível como a variação na FR. Em parte este valor pode ser atribuído, pela não garantia de que os animais nos tratamentos com sombra estivessem efetivamente à sombra imediatamente antes da realização da medida de TP.

A análise das variáveis estudadas indicou a FR como a mais interessante para se utilizar em trabalhos com animais jovens, pela facilidade de medida, pode ser feita a distância sem necessidade de contato direto com o animal. Além de ser, dentre as estudadas, a que apresentou respostas mais imediatas às alterações do ambiente térmico. Todavia, mais estudos são necessários para que se possa estabelecer uma relação efetiva entre a FR, a temperatura corporal do animal e o estresse térmico em animais jovens.

A TP também poderia ser interessante para se utilizar em animais jovens, mas para tanto há necessidade de uniformização dos instrumentos de medida e das técnicas de coleta dos dados. É fundamental anotar precisamente a posição dos animais imediatamente antes da coleta dos dados e os pontos exatos onde deve ser feita a medida nos animais, em função da cor do pelame e da anatomia.

O fibrocimento foi o material que apresentou os melhores resultados para as três variáveis fisiológicas analisadas em situações de maior estresse térmico, enquanto as telhas galvanizadas e a tela apresentaram desempenhos semelhantes.

#### **2.3.2.2.2 Correlações**

O entendimento das correlações e interações das variáveis fisiológicas entre si e destas com os índices de conforto térmico visa melhorar o manejo, propiciando uma forma não invasiva e rápida para diagnosticar situações de desconforto nos animais. Em função disto, foi estabelecida uma correlação entre as variáveis fisiológicas e os índices de conforto.

Na Tabela 20 está o resultado das correlações entre os índices e as variáveis estudadas, utilizando-se os dados originais. Pode-se verificar que houve uma alta

correlação entre os índices de conforto, com valores de 0,98 entre ITGU e  $t_{gn}$  e de 0,89 entre CTR e  $t_{gn}$  e entre CTR e ITGU  $t_{gn}$  ( $P < 0,0001$ ). Este resultado era esperado, uma vez que a CTR e o ITGU são variáveis dependentes da  $t_{gn}$ .

Tabela 20 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os índices de conforto e as variáveis fisiológicas durante o período experimental. Análise dos valores originais

Variáveis	ITGU	CTR	FR	TR	TP
<b>tgn</b>	0,98399	0,88889	0,59211	0,42797	0,41378
<b>ITGU</b>		0,88671	0,60486	0,42863	0,41562
<b>CTR</b>			0,50972	0,34550	0,36065
<b>FR</b>				0,64168	0,35062
<b>TR</b>					0,29328

Todas as correlações foram significativamente diferentes de zero com  $P < 0,0001$

Comparando-se os valores dos coeficientes de correlação entre os índices de conforto e as variáveis fisiológicas, verifica-se que o maior valor encontrado (0,60) foi entre o ITGU e a FR, embora tenha ocorrido uma correlação positiva e significativa ( $P < 0,0001$ ) entre todas as variáveis analisadas. Davison et al. (1988) procuraram correlacionar a TR de vacas com e sem acesso a sombra com variáveis ambientais e encontraram uma correlação positiva de 0,60 entre a  $t_{bs}$  máxima diária e a TR. No entanto, os autores encontraram uma correlação negativa com a UR%, fato atribuído à UR% estar intimamente ligada à presença de chuva, o que reduzia o estresse calórico nas vacas. Valtorta et al. (1997), para vacas Holandesas adultas, encontraram uma relação linear entre TR e  $t_{gn}$ , com valor de  $R^2 = 0,83$ , maior do que o encontrado entre a FR e a  $t_{gn}$  ( $R^2 = 0,49$ ) com os animais à sombra. Os valores de  $R^2$  com os animais ao sol foram respectivamente 0,64 e 0,63, para TR x  $t_{gn}$  e FR x  $t_{gn}$ .

Entre as variáveis fisiológicas verificou-se que o maior coeficiente de correlação ocorreu entre a FR e a TR (0,64), havendo também correlações ( $P < 0,0001$ ) entre a TP e a FR (0,35) e entre a TP e a TR (0,29). O valor do coeficiente entre FR e TR foi semelhante ao encontrado por Martello (2006) que trabalhou com animais adultos em sistema de estabulação livre (Free stall) e encontrou índice de correlação entre FR e TR de 0,53. Porém o valor do coeficiente entre TP e TR foi inferior ao da autora que encontrou índice de correlação entre TP e TR de 0,64. Collier et al. (2006), também com animais adultos e estabulados, citam uma relação linear e positiva entre a FR e a

TP com valor de  $r=0,73$ . Em contrapartida Umphrey et al. (2001) não encontraram correlações entre a TP e a TR ou a FR, e encontraram correlação negativa entre FR e TR.

Na Tabela 21 estão apresentados os resultados das correlações entre os valores residuais encontrados para as mesmas variáveis.

Tabela 21– Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e fisiológicas durante o período experimental. Análise dos resíduos

<b>Variáveis</b>	<b>CTR</b>	<b>ITGU</b>	<b>FR</b>	<b>TR</b>	<b>TP</b>
<b>tgn</b>	0,99605	0,99999			
<b>CTR</b>		0,99559			
<b>ITGU</b>					
<b>FR</b>				0,18595691	
<b>TR</b>					0,18147005

Todas as correlações foram significativamente diferentes de zero com  $P < 0,0001$

Como pode ser observado, só houve correlações significativas ( $P < 0,0001$ ) dos índices de conforto entre si, não havendo correlação entre os índices de conforto e as variáveis fisiológicas. Dentre as variáveis fisiológicas houve uma pequena correlação entre FR e TR (0,19) e entre a FR e a TP (0,18) ( $P < 0,0001$ ).

Os resultados das correlações dos dados originais indicam que, para o presente trabalho, o índice que forneceu as melhores indicações dos efeitos das variáveis climáticas sobre as variáveis fisiológicas foi o ITGU. O que significa que, com o aumento nos valores de ITGU, serão também observados aumentos nas variáveis fisiológicas. Porém, a inexistência de correlação nos valores residuais indica que outros fatores influenciaram a resposta e que esta correlação pode não ocorrer em condições diversas das estudadas. A FR e a TR apresentam variações em função da idade, sanidade, peso e estágio de desenvolvimento dos animais (HAFEZ, 1973; REECE, 2006). A TP é afetada pelas características do pelame do animal que variam em função da genética, da aclimação e da época do ano (MORAIS et al., 2007; SILVA et al., 2007). É afetada também pela localização do animal imediatamente antes do registro de dados. Estes fatores, aliados às características meteorológicas do local, podem ter interferido nos resultados encontrados.



Os índices de correlação entre as variáveis fisiológicas indicaram uma pequena correlação entre FR e TP indicando que embora seja a pele o órgão responsável pela percepção do calor, o valor da TP é pouco correlacionado com a FR. A correlação positiva entre FR e TR indica que aumentando a FR aumenta a TR e vice-versa, sabe-se que o aumento da FR até certo limite auxilia na perda de calor latente mantendo a TR, porém, caso este estado persista por um tempo elevado haverá aumento na temperatura retal (BROWN-BRANDT et al., 2005; EIGENBERG et al., 2005; MADER et al., 2006; SILVA, 2000). No presente experimento não houve uma elevação significativa da TR, como discutido no item **2.3.3.1.2**, porém, o resultado da correlação mostra esta tendência. Os dados residuais novamente indicaram correlação da TR com a FR e com a TP e não mostraram correlação entre a FR e a TP.

Deve-se salientar como já mencionado, que não foi determinada à exata posição do animal antes da medida da TP, se ao sol ou à sombra, o que pode ter alterado os resultados.

A maioria das pesquisas nas quais foram estabelecidas correlações das variáveis fisiológicas entre si e destas com os índices de conforto foram desenvolvidas com animais adultos. Pouco se conhece a respeito das correlações que possam existir para animais jovens e se estas serão semelhantes às observadas em animais adultos.

#### **2.3.4 Análise comportamental**

O conhecimento do comportamento animal e a análise de sua variação é uma metodologia não invasiva que permite identificar problemas que afetam diretamente os animais, sejam relacionados ao manejo ou à sensação térmica. Vários autores utilizaram esta metodologia na determinação de situações de bem-estar para bovinos leiteiros (HODGSON, 1990; KENDAL et al., 2006; PAES LEME et al., 2005; PIRES et al., 1997).

Neste estudo os animais foram observados durante 7 dias não consecutivos, e as atividades comportamentais foram registradas de acordo com catálogo pré-estabelecido. Os tratamentos foram comparados em função da frequência de uso da sombra e da frequência de execução das atividades.

Como um dos objetivos da pesquisa foi estabelecer o melhor tipo de cobertura, inicialmente serão tratados os comportamentos dos animais com acesso a sombra e posteriormente serão incluídos todos os tratamentos.

### 2.3.4.1 Análise do comportamento animal no ambiente com sombra

#### 2.3.4.1.1 Freqüência do uso da sombra

A freqüência com que o animal utiliza a sombra pode indicar não só sua necessidade de evitar a radiação direta do sol, como também a eficiência do sombreamento, seja ele natural ou artificial (BACARI, 2001; TITTO, 1998).

Os resultados do estudo da utilização da sombra durante as horas do dia (média no período), não apresentaram diferenças entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), havendo diferenças entre as horas do dia (Tabela 22).

Tabela 22 – Freqüência da utilização da sombra nos tratamentos médias horárias

Hora	Tratamento			Média	
	Fibro	Galv	Tela		
10:00	0,48 (0,060)	0,45 (0,060)	0,61 (0,058)	0,52 (0,035)	D
11:00	0,65 (0,056)	0,70 (0,053)	0,71 (0,052)	0,69 (0,031)	BC
12:00	0,70 (0,053)	0,69 (0,054)	0,85 (0,037)	0,76 (0,028)	AB
13:00	0,72 (0,052)	0,82 (0,042)	0,81 (0,042)	0,78 (0,026)	A
14:00	0,70 (0,053)	0,71 (0,052)	0,71 (0,052)	0,70 (0,030)	AB
15:00	0,64 (0,057)	0,60 (0,058)	0,59 (0,058)	0,61 (0,033)	CD
16:00	0,31 (0,061)	0,39 (0,065)	0,41 (0,066)	0,37 (0,037)	E

( ): erro padrão

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Pela observação da Tabela 22 pode-se verificar que, no horário das 13:00h, 78% dos animais encontravam-se à sombra e que o horário de menor freqüência foi às 16:00h com 37% dos animais à sombra. Na Figura 17 são apresentadas as curvas da freqüência de utilização da sombra, médias obtidas sob os três tipos de cobertura, e as médias de radiação solar registradas no período. Pode-se observar que a procura por sombra está associada aos valores de radiação solar.

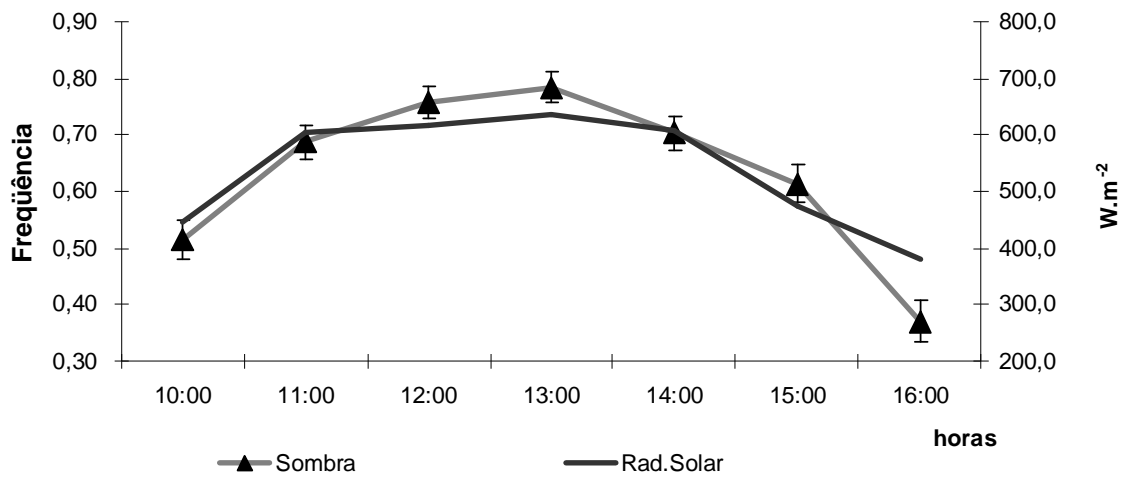


Figura 17 – Frequência de utilização da sombra (média sob os três tipos de cobertura) e radiação solar nos dias de observação

Quando foi feita a comparação entre os dias, não foi verificada diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na frequência de utilização da sombra entre os dias (Tabela 23), diferença que pode ser explicada pelas características meteorológicas verificadas nos diferentes dias.

Os valores de frequência apresentados na Tabela 23 indicam que, no período do dia analisado, ou seja, durante as 6 horas de observação, os animais passaram em média 65% a 70% do tempo à sombra, o que representaria um intervalo de tempo de 3,9 horas nos tratamentos fibrocimento e galvanizado e 4,1 horas no tratamento tela.

Tabela 23 – Frequência de utilização da sombra nos os três tratamentos no período das 10:00h às 16:00h, nos dias de observação

Dia	Tratamento					
	Fibro		Galv		Tela	
11/1	0,54	(0,063)	0,63	(0,060)	0,74	(0,053)
29/1	0,62	(0,060)	0,53	(0,063)	0,59	(0,062)
17/2	0,77	(0,050)	0,80	(0,046)	0,81	(0,046)
10/3	0,76	(0,050)	0,75	(0,052)	0,83	(0,042)
24/3	0,73	(0,053)	0,73	(0,053)	0,78	(0,048)
14/4	0,53	(0,063)	0,54	(0,063)	0,51	(0,063)
29/4	0,62	(0,060)	0,53	(0,063)	0,59	(0,062)
<b>Média</b>	<b>0,65</b>	<b>(0,042)</b>	<b>0,65</b>	<b>(0,041)</b>	<b>0,69</b>	<b>(0,038)</b>

( ) erro padrão

Comparando-se os dias (linhas), na Tabela 23, pode-se verificar que nos dias 17/02, 10/03 e 24/03 as médias de frequência de utilização da sombra estiveram entre 0,83 e 0,73, uma variação de 23,4% a 16,3% acima dos valores médios. Estes dias, dentro dos dias de observação, foram os de maior radiação solar, como pode ser observado na Figura 18. O dia 11/01 também apresentou valores elevados de radiação solar, mas, como foi colocado no item **2.3.1**, neste período havia uma grande presença de nuvens e no horário de observação houve uma grande alteração entre céu aberto e nublado.

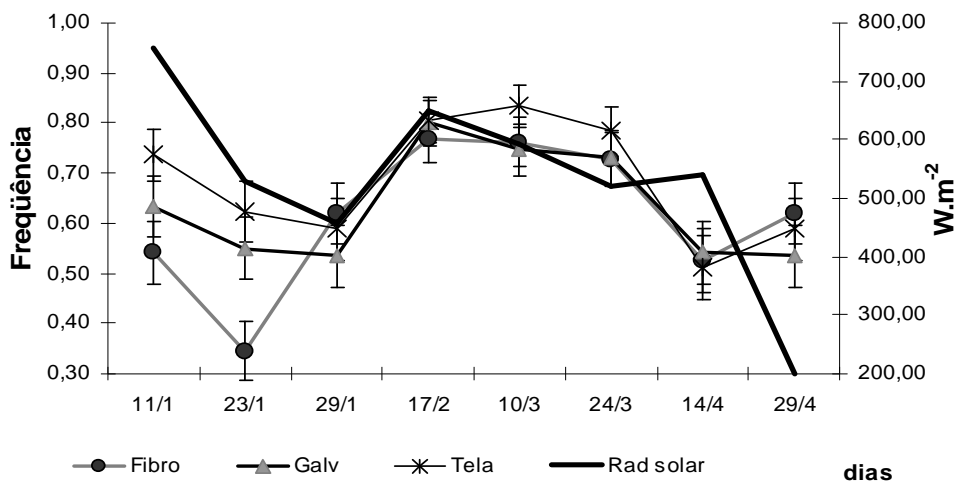


Figura 18 – Utilização da sombra nos dias de análise e valores de radiação solar média no dia

A relação direta entre radiação solar e procura por sombra pode ser verificada pela simples observação dos animais e foi demonstrada por vários autores (BROWN-BRANDL et al, 2005; PAES LEME et al, 2005; PIRES et al, 1977; ROMAN-PONCE et al, 1977; TITTO, 2006; TUCKER et al, 2008; entre outros). Porém, a determinação do melhor tipo de material para a confecção de abrigos não é assim tão simples. Em pesquisa com vacas holandesas adultas, Tucker et al. (2008) compararam telas de polipropileno com diferentes graus de sombreamento (25%, 33%, 50% e 99%) para fornecimento de sombra. Os animais tiveram livre escolha entre os abrigos, e os resultados demonstraram haver uma preferência dos animais por sombras mais fechadas, onde os animais permaneceram entre 1 e 3 horas por dia. Gaughan et al. (1998) procuraram estabelecer o melhor tipo de cobertura e, também em um

experimento de livre escolha, compararam telhas galvanizadas, tela de polipropileno, palha e sombra de árvores. Os resultados mostraram uma preferência pelas telhas galvanizadas, o que, segundo os autores, ocorreu não só pelo tipo de material, que proporcionou uma sombra mais efetiva aos animais, mas também em função da localização dos abrigos. Os abrigos cobertos com telhas galvanizadas estavam em posição mais central em relação aos demais. Titto (2006) observou que bovinos de corte com acesso à sombra natural passaram 32% do tempo à sombra, enquanto aqueles com acesso à sombra artificial permaneceram à sombra por 43% do tempo. Collier et al. (2006), em revisão, colocam que telhas que fornecem sombra mais fechada são mais efetivas na redução dos efeitos da radiação solar, e assim preferidas pelos animais, enquanto Baccari Jr. (2001) afirma serem as sombras providas por árvores as preferidas pelos animais, por serem mais efetivas na redução do calor.

No presente estudo não foi dada ao animal opção de escolha do tipo de sombra, ou do tipo de material de cobertura, porém, os animais tinham, dentro das parcelas, opção pelo uso ou não-uso da sombra. Dentro desta linha de raciocínio, a hipótese levantada foi que o maior tempo sob a sombra e o posicionamento do animal refletiria a eficiência do material de cobertura do abrigo.

#### **2.3.4.1.2 Posicionamento à sombra**

O posicionamento do bovino, em pé ou deitado, pode revelar se o animal está em situação de conforto. De acordo com Fraser e Broom (1990), o bovino tem 4 atividades básicas: deslocamento, pastejo, ruminação e ócio. Nas atividades de ócio e ruminação os animais preferem a posição deitada. De acordo com alguns autores, a permanência do animal em pé quando em ócio ou ruminando, pode significar desconforto térmico (KENDAL et al., 2006; PAES LEME et al., 2005; OVERTON et al., 2002).

O resultado da análise da frequência de permanência deitados à sombra indicou que houve diferença entre as horas do dia ( $P < 0,05$ ) mas não entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Na Tabela 24 são apresentados os resultados da frequência com que os animais permaneceram deitados à sombra das 10:00 às 16:00h, com as respectivas médias.

Os valores observados na Tabela 24 demonstram que os animais, quando à sombra, apresentaram, na maioria dos horários, uma menor freqüência na posição deitada, permanecendo, em média, nos três tratamentos, por 2,5 horas em pé.

Paes Leme et al. (2005) e Kendal et al. (2006), com vacas leiteiras, e Mitlohner et al. (2001) com gado de corte, também observaram que os animais à sombra permaneceram por mais tempo em pé do que deitados. Muller et al. (1994), no entanto, observaram que, à sombra, as vacas permaneceram mais deitadas do que em pé.

Tabela 24 – Media horária da freqüência com que os animais permaneceram deitados na sombra

Hora	Tratamento			Médias
	Fibro	Galv	Tela	
<b>10:00</b>	0,09 (0,060) C	0,10 (0,053) C	0,09 (0,054) C	0,09 (0,04) C
<b>11:00</b>	0,35 (0,074) B	0,41 (0,076) AB	0,35 (0,076) B	0,37 (0,05) B
<b>12:00</b>	0,43 (0,075) A	0,48 (0,076) A	0,43 (0,075) AB	0,45 (0,05) A
<b>13:00</b>	0,36 (0,076) B	0,40 (0,073) AB	0,50 (0,074) A	0,42 (0,05) A
<b>14:00</b>	0,43 (0,076) A	0,45 (0,076) A	0,36 (0,074) B	0,41 (0,05) AB
<b>15:00</b>	0,34 (0,074) B	0,39 (0,074) AB	0,44 (0,077) AB	0,39 (0,05) B
<b>16:00</b>	0,36 (0,089) B	0,30 (0,069) B	0,45 (0,077) AB	0,37 (0,05) B
<b>Média</b>	0,34 (0,070) a	0,36 (0,067) a	0,37 (0,068) a	

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ( $P>0,05$ ) entre si. Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha.

( ): erro padrão

Ao posicionar-se de pé, o animal apresenta uma maior superfície de contato com o ar, o que aumenta a área do corpo animal passível de trocas térmicas convectivas. Por outro lado, ao deitar-se, o animal aumenta a área de contato com o solo, aumentando as trocas por condução entre o corpo do animal e o meio. No presente estudo, em função da área de sombra ter sido determinada para dois animais, a área sombreada era de  $8\text{m}^2$ , ou seja, uma área pequena. O deslocamento da sombra, portanto, não permitiu o resfriamento do solo, fazendo com que houvesse pouca possibilidade de troca de calor por condução, o que explica o maior tempo que os animais permaneceram em pé.

A utilização da sombra e a postura em pé ou deitado não apresentou diferença entre os tipos de cobertura estudados, o que pode indicar que, do ponto de vista

comportamental, os três tipos de material utilizado como cobertura nos abrigos apresentaram o mesmo nível de eficiência.

### **2.3.4.2 Análise comparativa do comportamento dos animais em ambiente com e sem sombreamento.**

#### **2.3.4.2.1 Pastejo**

##### **2.3.4.2.1.1 Com acesso à sombra**

O comportamento de pastejo dos bovinos é dependente de uma série de fatores, dentre eles a temperatura ambiente. Com o aumento da temperatura há uma redução no pastejo diurno e um aumento no noturno (BLACKSHAW; BLACKSCHAW, 1994; FRASER; BROOM, 1990). A presença de sombra afeta o tempo de pastejo, animais com disponibilidade de sombra preferem ficar à sombra nos períodos mais quentes do dia e pastar a noite, enquanto animais sem sombra pastam mais durante o dia (KENDAL et al., 2006; PAES LEME et al., 2005). Nesta pesquisa os animais, enquanto nas parcelas, tinham uma possibilidade muito restrita de pastar, pois a área disponível era pequena. No início da pesquisa, as parcelas eram compostas por *Panicum maximum* e era possível observar atividades de pastar. Em meados do mês de fevereiro, a pastagem já havia praticamente desaparecido. Alguns animais, mesmo com pouca folhagem disponível, ainda conseguiam retirar algumas folhas, porém de forma esporádica e dispersa. Desta forma, o comportamento de pastoreio pôde ser observado somente pela manhã, antes das 9:00h, ou após as 16:00h.

##### **2.3.4.2.1.2 Durante as 24 horas**

O resultado da análise para a frequência da atividade de pastejo nas 24 horas não indicou diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), foi encontrada diferença entre horários ( $P < 0,05$ ) (Tabela 25).

A frequência média da atividade de pastejo desenvolvida pelas novilhas durante as 24 horas ficou entre 0,29 e 0,32. Na distribuição da atividade durante as 24 horas, podem ser percebidos três momentos de maior frequência: o primeiro entre 06:00h e

08:00h, o segundo entre 17:00h e 19:00h e o terceiro entre 23:00h e 01:00h. Para todos os tratamentos foi observada a mesma distribuição.

Tabela 25 – Valores da frequência da atividade pastando nas 24 horas e médias por tratamento por horário

Hora	Tratamento				Média
	Fibro	Galv	Tela	Test	
01:00	0,28	0,30	0,38	0,38	0,34
02:00	0,12	0,20	0,27	0,19	0,19
03:00	0,04	0,03	0,07	0,04	0,04
04:00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
05:00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01
06:00	0,34	0,29	0,38	0,30	0,33
07:00	0,76	0,74	0,82	0,70	0,76
08:00	0,66	0,65	0,69	0,66	0,67
10:00	0,04	0,04	0,02	0,09	0,05
11:00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03
12:00	0,03	0,03	0,00	0,06	0,03
13:00	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03
14:00	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04
15:00	0,05	0,09	0,04	0,07	0,06
16:00	0,40	0,39	0,45	0,38	0,41
17:00	0,95	0,93	0,94	0,92	0,94
18:00	0,90	0,93	0,89	0,94	0,91
19:00	0,55	0,55	0,47	0,52	0,52
20:00	0,34	0,40	0,36	0,31	0,35
21:00	0,24	0,22	0,18	0,20	0,21
22:00	0,15	0,25	0,26	0,22	0,22
23:00	0,31	0,39	0,52	0,37	0,40
00:00	0,38	0,46	0,49	0,42	0,44
<b>Média</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>0,30</b>	

Kendal et al. (2006) observaram o comportamento de animais adultos em pastagens com e sem acesso à sombra e também não encontraram diferença no tempo total de pastejo. Porém, quando a comparação foi feita no período das 12:00h às 14:00h, os animais com sombra passaram 19% do tempo pastando, enquanto os sem sombra permaneceram pastando por 44% do tempo. Prasanpanich et al. (2002) compararam o comportamento de vacas em pastagens, sem sombra, com vacas estabuladas e verificaram que ambos os grupos deixaram de se alimentar nas horas mais quentes do dia. Já Muller e Botha (1994) encontraram diferença no tempo total de alimentação, quando compararam vacas confinadas em áreas com e sem sombra.



Observaram que, quando o alimento estava à sombra, os animais se alimentavam mesmo nas horas mais quentes do dia.

Taweel et al. (2006), com vacas, compararam dois sistemas de pastejo contínuo e rotacionado e observaram que o tempo não era afetado pelo sistema, mas sim pela temperatura do ar. Quando a temperatura do ar foi superior aos 25°C, houve uma redução média no tempo de pastejo, passando de 510 para 400 minutos.

O tempo médio de pastejo das novilhas neste experimento foi de aproximadamente 7 horas, semelhante ao encontrado por Orr et al. (2004) que, quando estudaram o comportamento de novilhas holandesas em pastejo rotacionado, encontraram um tempo de pastejo diário de 7,4 horas.

Computando-se apenas o período de pastejo diurno (entre 7:00h e 18:00) os valores percentuais de tempo pastando serão de 35% a 36%, valores inferiores aos encontrados por Moreno et al. (2008) com novilhas Jersey em pastagens, que registraram um percentual de pastejo diurno de 54,5%. A diferença pode ser explicada pelo tempo que os animais ficaram privados da possibilidade de pastejo (9:00h às 16:00h). Huber et al. (2008) compararam o pastejo de novilhas de dois grupos genéticos (zebuínos e mestiços taurinos), em Uganda, das 9:00h às 17:00h. Os resultados mostraram que diferentemente do esperado não houve diferença no percentual do tempo de pastejo para os dois grupos, que foi de 75% do tempo. Valor bem acima do encontrado nesta pesquisa, esta diferença deve-se ao hábito de crescimento das forrageiras.

O comportamento e o tempo em atividades de novilhas em pastagens são diferentes do tempo de vacas adultas, pois não existe a atividade de ordenha. No entanto os resultados encontrados ficaram dentro do intervalo de tempo de pastejo apontado por Fraser e Broom (1990) para bovinos leiteiros, que é de 8 horas, podendo variar entre 4 e 14 horas. De acordo com Hodgson (1990), este intervalo seria mais estreito, indo de 6 a 12 horas em 3 a 5 períodos.

A distribuição do comportamento de pastejo nas 24 horas pode ser visualizada na Figura 19.

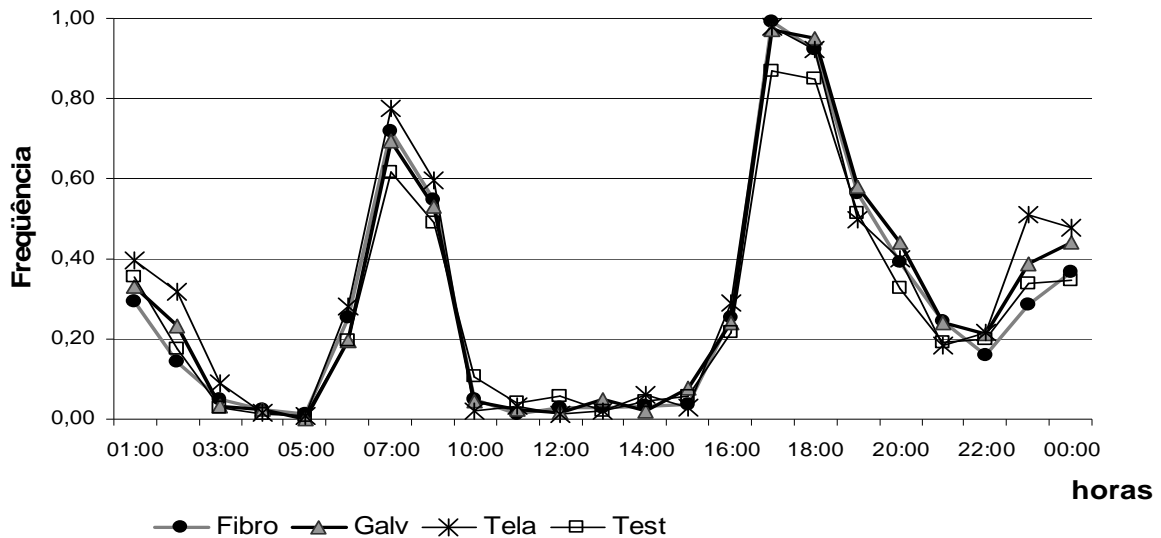


Figura 19 – Distribuição média da frequência de pastejo nos quatro tratamentos durante as 24 horas de observação

Como já citado, foram observados 3 períodos distintos de pastejo, o mais intenso entre as 17:00h e 19:00h, pois era o horário no qual os animais saíam das parcelas e iam para o pasto, o segundo em intensidade entre 7:00h e 8:00h e o terceiro no período entre 0:00h e 01:00h. É importante salientar que os ciclos foram fortemente influenciados pelo manejo adotado, porém, pela manhã, os animais cessavam o pastejo por volta das 9:00h, mesmo quando, excepcionalmente, havia atrasos no recolhimento. Ciclo semelhante foi observado por Brâncio et al. (2003) em animais jovens anelados sob pastejo rotacionado, a diferença foi que o ciclo da tarde iniciou-se mais cedo, por volta das 14:00h terminando às 17:00h.

### 2.3.4.3 Ruminação

A atividade de ruminação é determinada pela idade do animal, natureza da dieta e condições ambientais (FRASER; BROOM, 1990; HAFEZ, 1973; PIRES et al., 2002; VAN SOEST, 1994).

#### 2.3.4.3.1 Com acesso à sombra

Nas horas mais quentes do dia, os bovinos tendem a permanecer em ócio ou ruminar, em pé ou deitados (FRASER; BROOM, 1990; HAFEZ, 1973).

A análise da frequência da atividade ruminção, durante o horário das 10:00h às 16:00h, não apresentou diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), houve diferença entre os horários ( $P<0,05$ ). As frequências e os respectivos erros padrões estão apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – Frequência da atividade ruminando no horário das 10:00h às 16:00h

Hora	Tratamento				Média
	Fibro	Galv	Tela	Test	
10:00	0,02 (0,03)	0,00 (0,03)	0,02 (0,03)	0,02 (0,03)	0,02 (0,02)
11:00	0,10 (0,03)	0,10 (0,03)	0,09 (0,03)	0,06 (0,03)	0,08 (0,02)
12:00	0,15 (0,03)	0,16 (0,03)	0,17 (0,03)	0,12 (0,03)	0,15 (0,02)
13:00	0,17 (0,03)	0,20 (0,03)	0,17 (0,03)	0,05 (0,03)	0,15 (0,02)
14:00	0,21 (0,03)	0,17 (0,03)	0,17 (0,03)	0,15 (0,03)	0,18 (0,02)
15:00	0,18 (0,03)	0,16 (0,03)	0,23 (0,03)	0,18 (0,03)	0,19 (0,02)
16:00	0,19 (0,03)	0,16 (0,03)	0,15 (0,03)	0,18 (0,03)	0,17 (0,02)
<b>Média</b>	0,15 (0,02)	0,14 (0,02)	0,14 (0,02)	0,11 (0,02)	

( ): erro padrão

A frequência de ruminção no horário das 10:00h às 16:00h foi pouco intensa em todos os tratamentos. A posição, de pé ou deitada assumida pelos animais, quando em ruminção, pode ser observada na Figura 20.

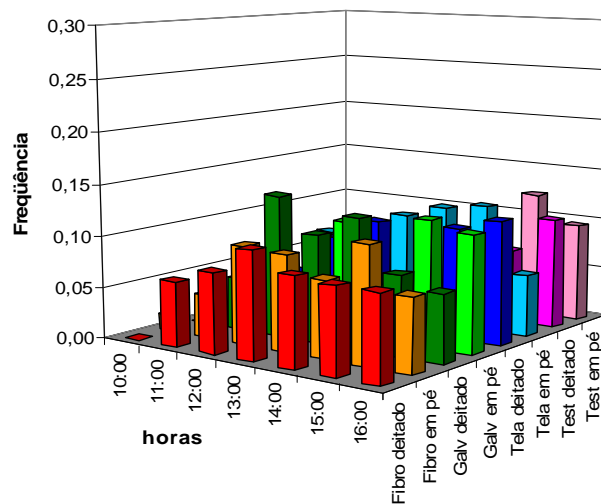


Figura 20 – Posicionamento dos animais na atividade de ruminção durante o horário das 10:00h às 16:00h

Como pode ser observado, houve um equilíbrio entre ruminar em pé e deitado durante o dia, em função da necessidade de trocas térmicas entre o animal e o meio no período. A ruminação é uma atividade comandada pelo sistema nervoso central e dependente da quantidade de alimento presente no rumem, porém, é uma atividade que envolve grande produção de calor e, nas horas mais quentes do dia, os animais tendem a reduzi-la para, com isso, diminuir a produção de calor metabólico.

Damasceno et al. (1999) observaram que durante as horas mais quentes do dia as vacas ruminavam em pé, o que não era observado à noite, quando os animais ruminavam sempre deitados.

Pires et al. (2002) citam que, dentre os fatores que prejudicam a ruminação, estão o pânico, a dor, a raiva, a ansiedade, as doenças e o clima. Citam ainda que a percentagem de vacas ruminando é maior no inverno do que no verão. Fato não demonstrado por Paes Leme et al. (2005) que encontraram percentuais de tempo ruminando semelhantes no inverno e verão.

#### **2.3.4.3.2 Durante as 24 horas**

A análise da frequência de ruminação não encontrou diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), havendo diferença entre os horários do dia ( $P < 0,05$ ). Na Tabela 27 são apresentados os valores médios da frequência de ruminação e o percentual em que a atividade foi realizada na posição deitada. Os animais ruminaram, com maior frequência, deitados, principalmente à noite, o que está de acordo com afirmações de Fraser e Broom (1990); Hafez (1973) e Hodgson (1990) segundo os quais em 65% a 80% do tempo os animais ruminam deitados.

Durante o dia, como já foi discutido, o tempo de ruminação em pé e deitado foi aproximadamente o mesmo.

O tempo médio que os animais ficaram ruminando durante as 24 horas variou de 5 a 5,8 horas, dentro da faixa preconizada por Fraser e Broom (1990), para bovinos, que é de 4 a 9 horas por dia. Já Hodgson (1990) afirma que tempo de ruminação varia de 6 a 8 horas e acontece nos intervalos do pastejo. Prasanpanich et al. (2002) quando compararam o tempo de ruminação de vacas criadas a pasto com vacas confinadas,

encontraram que vacas confinadas ruminavam mais no meio do dia, enquanto nas pastagens a ruminação ocorria principalmente à noite.

Tabela 27 – Frequência de permanência na atividade ruminando e percentual deitado. Média horária dos dias de observação

Hora	Tratamento							
	Fibro		Galv		Tela		Test	
	% deitado		% deitado		% deitado		% deitado	
01:00	0,32	95,9	0,31	93,8	0,35	94,7	0,23	92,2
02:00	0,36	96,7	0,33	93,0	0,36	94,1	0,31	92,4
03:00	0,42	100,0	0,49	100,0	0,49	96,6	0,41	97,5
04:00	0,49	93,5	0,50	98,3	0,52	99,2	0,45	100,0
05:00	0,48	98,3	0,53	97,5	0,55	96,1	0,48	96,6
06:00	0,30	95,0	0,30	88,6	0,38	93,8	0,30	97,0
07:00	0,12	72,2	0,11	73,7	0,10	93,8	0,08	90,5
08:00	0,05	87,5	0,03	100,0	0,01	0,0	0,03	66,7
10:00	0,02	22,2	0,00	40,0	0,02	50,0	0,01	20,0
11:00	0,11	65,5	0,11	65,5	0,10	46,7	0,06	35,7
12:00	0,16	69,8	0,17	69,0	0,18	53,1	0,11	55,6
13:00	0,20	63,6	0,21	55,8	0,19	50,0	0,06	36,8
14:00	0,25	52,5	0,18	56,8	0,21	36,4	0,18	33,3
15:00	0,22	44,9	0,19	45,7	0,25	49,2	0,22	50,9
16:00	0,16	35,5	0,13	35,7	0,12	52,6	0,16	78,6
17:00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
18:00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
19:00	0,05	61,1	0,06	67,9	0,08	55,2	0,08	71,0
20:00	0,28	76,7	0,22	81,4	0,25	71,8	0,23	80,6
21:00	0,36	83,3	0,37	80,0	0,44	75,7	0,43	85,7
22:00	0,42	83,5	0,34	87,5	0,41	74,2	0,39	89,5
23:00	0,35	89,5	0,30	98,4	0,29	82,5	0,24	94,9
00:00	0,22	78,3	0,24	88,3	0,24	83,3	0,27	89,2
<b>Média</b>	<b>0,23</b>		<b>0,22</b>		<b>0,24</b>		<b>0,21</b>	

% deitado: Percentual do tempo ruminando no qual os animais permaneceram deitados

Orr et al. (2004) compararam o tempo de ruminação que novilhas leiteiras despenderam após o pastejo de ponta (primeiro dia após a liberação do pasto para consumo) e de fundo (últimos dias de consumo, forrageira rebaixada) e encontraram diferenças. Os animais, após pastejo de ponta, ruminaram por 6,7 horas e descansaram por 9,8 horas, enquanto, após o pastejo de fundo, ruminaram por 8,7 horas e descansaram por 8,0 horas.

Durante os dias de observação de comportamento na pesquisa, os animais fizeram sempre pastejo de ponta, o que pode ter contribuído para o menor tempo de ruminação encontrado.

Na Figura 21 estão apresentadas as curvas do ciclo de ruminação dos animais para os quatro tratamentos. Como pode ser observado, não há diferença entre os tratamentos, mas é possível verificar que os animais do tratamento testemunha ruminaram menos durante as horas mais quentes do dia, compensando à noite.

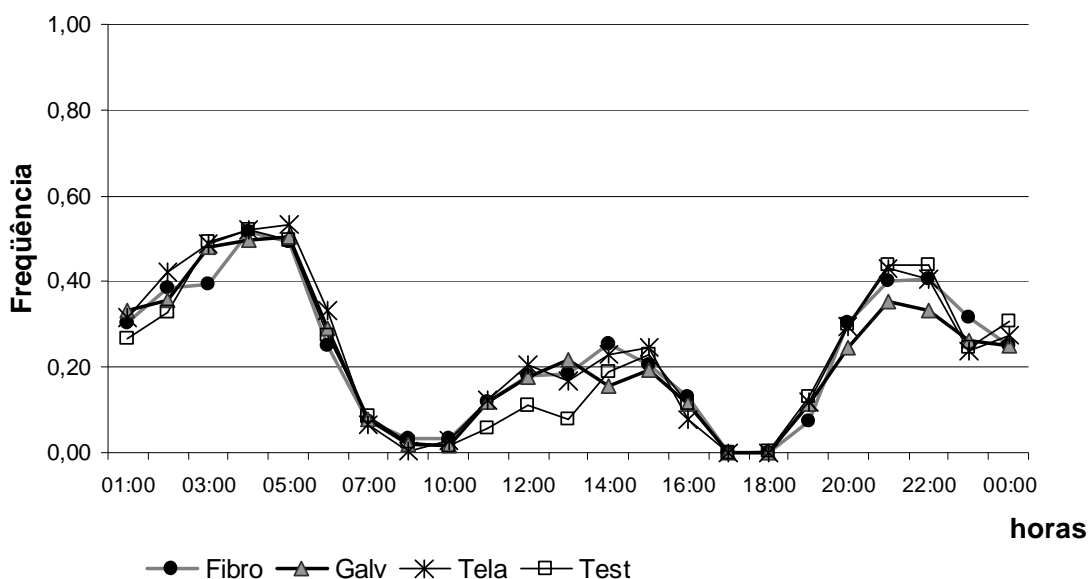


Figura 21 – Frequência da atividade ruminando durante as 24 horas

É interessante observar que, embora a ruminação aconteça em seqüência ao pastejo, a freqüência verificada é menor, pois durante os picos somente 50% dos animais executam esta atividade. Este fato também foi registrado por Prasanpanich et al. (2002) que, para esta atividade, não encontraram percentuais superiores a 65%.

#### 2.3.4.4 Deitado

A atividade de deitar, para vacas leiteiras, é considerada uma atividade prioritária, vacas privadas desta possibilidade podem exibir comportamentos anormais, injúrias e traumas (KROHN; MUNKSGAARD, 1993; PIRES et al, 2002; SCHUTZ et al., 2008).

##### 2.3.4.4.1 Com acesso à sombra

Quando foi incluído na análise do comportamento deitado o tratamento testemunha, os resultados, no horário da 10:00h às 16:00h, também não indicaram

diferenças entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), houve diferença entre as horas ( $P<0,05$ ). Ou seja, os animais sem sombra apresentaram a mesma frequência de estar deitados ( $P>0,05$ ) daqueles com acesso à sombra (Tabela 28).

Tabela 28 – Resultado da média horária da frequência de estar deitado nos quatro tratamentos e média por horário

Hora	Tratamento				Média
	Fibro	Galv	Tela	Test	
<b>10:00</b>	0,19 D	0,16 C	0,17 D	0,19 C	0,18 E
<b>11:00</b>	0,64 A	0,57 A	0,52 A	0,52 A	0,56 A
<b>12:00</b>	0,56 AB	0,55 AB	0,51 A	0,33 B	0,49 AB
<b>13:00</b>	0,51 B	0,45 B	0,41 AB	0,41 AB	0,44 B
<b>14:00</b>	0,50 B	0,43 B	0,42 AB	0,34 B	0,42 BC
<b>15:00</b>	0,36 C	0,28 C	0,37 B	0,38 B	0,35 CD
<b>16:00</b>	0,26 CD	0,21 C	0,25 C	0,37 B	0,27 D

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). Comparações na coluna.

Na Tabela 28 pode-se observar que, durante o período analisado, os animais permaneceram deitados com menor frequência do que em pé, mesmo nos horários de maior radiação solar (entre 12:00h e 14:00h), independente da presença de sombra, ou do tipo de cobertura. A baixa frequência de estar deitado no horário das 10:00h deve-se ao fato dos animais receberem alimento concentrado neste horário. No horário das 16:00h, em função do manejo, os animais “sabiam” que iriam para as pastagens e assim posicionavam-se junto à cerca.

Na Figura 22 estão as curvas com os respectivos erros padrões da frequência com que as novilhas permaneceram deitadas, enquanto nas parcelas, nos quatro tratamentos.

Pela observação da Figura 22, é possível verificar que a frequência do comportamento deitado para os animais testemunha, embora igual estatisticamente aos animais com acesso à sombra ( $P>0,05$ ), apresenta valores numéricos inferiores entre as 12:00h e 14:00h. No horário entre 10:00h e 11:00h os valores dos quatro tratamentos ficam muito próximos e, ao final da tarde, os animais testemunha permanecem deitados com maior frequência.

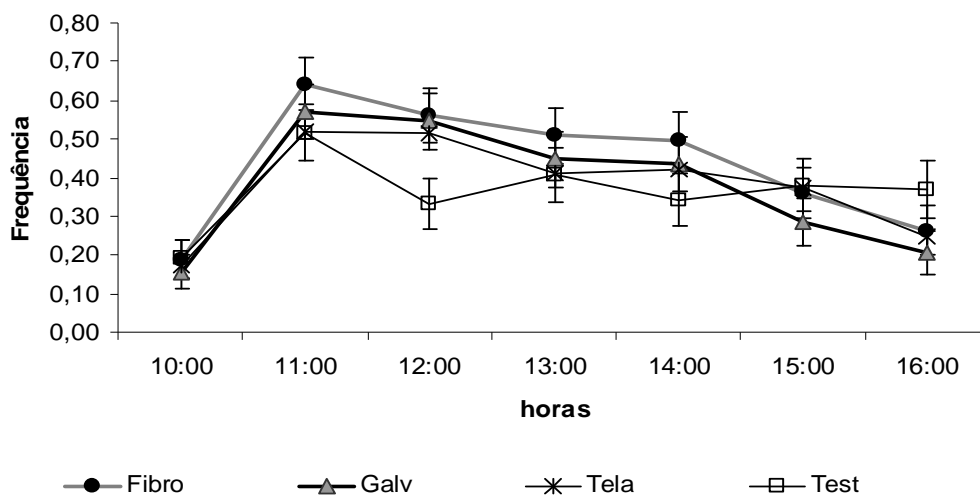


Figura 22 – Frequência com que os animais permaneceram deitados nas horas de maior radiação média dos dias de observação

Como mencionado no item **2.3.4.1.1**, foi verificada diferença ( $P < 0,05$ ) entre os dias de observação na frequência com que os animais permaneceram deitados. Em função deste fato, foi escolhido, entre os dias de maior radiação, o dia 10/03/2007 para uma observação mais detalhada da distribuição da frequência do comportamento deitado nos diferentes tratamentos.

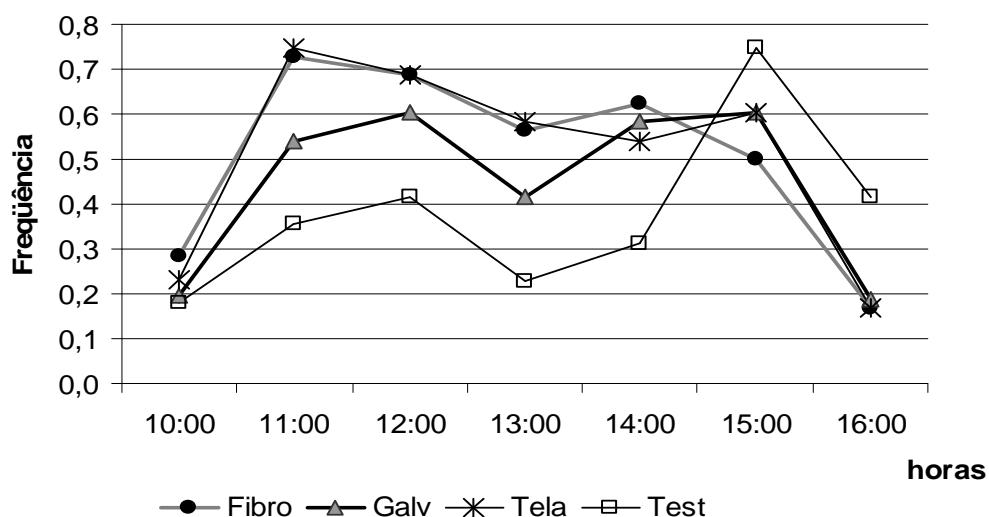


Figura 23 – Frequência com que os animais permaneceram deitados nas horas de maior radiação no dia 10/03/2007



Quando a observação é feita em dia com altos valores de radiação solar, é possível perceber a diferença entre a frequência de estar deitado, observada nos animais testemunha, comparada com os demais. As novilhas sem acesso à sombra permanecem com mais frequência em pé entre as 12:00h e 14:00h, deitando após este período, quando a intensidade da radiação solar diminuiu.

Animais sob condições de estresse térmico apresentam uma tendência maior em ficar em pé, pois desta forma facilitam as trocas térmicas, como já foi mencionado. Schutz et al. (2008) demonstraram que, mesmo impedidas de deitar por 12 horas, vacas leiteiras preferiam ficar em pé à sombra a deitar ao sol em condições de alta radiação solar.

#### **2.3.4.4.2 Deitado durante as 24 horas**

Os animais domésticos têm hábitos preferencialmente diurnos, todavia durante o verão, nas regiões tropicais, os ruminantes exibem uma tendência de permanecer em descanso nas horas mais quentes do dia e pastejar durante a noite (SILANIKOVE, 2000).

A análise do comportamento 24 horas das novilhas demonstrou não haver diferenças entre tratamentos para o tempo total que os animais permaneceram deitados ( $P > 0,05$ ) e houve diferença entre as horas ( $P < 0,05$ ) (Tabela 29). O animal, quando deitado, pode estar ruminando ou em descanso (ócio). O resultado para a frequência deitado, durante a noite, indicou que as novilhas passaram aproximadamente 50% do tempo ruminando e 50% em ócio. Durante o dia, quando deitadas, as novilhas permaneceram preferencialmente em ócio, numa forma de reduzir a produção de calor.

Tabela 29 – Freqüência do comportamento deitar nos quatro tratamentos

Hora	Tratamento							
	Fibro		Galv		Tela		Test	
		% ócio		% ócio		% ócio		% ócio
<b>01:00</b>	0,62	52,7	0,58	46,4	0,56	46,7	0,53	53,2
<b>02:00</b>	0,79	52,9	0,69	51,8	0,65	38,7	0,68	54,9
<b>03:00</b>	0,93	58,0	0,94	49,1	0,88	46,4	0,95	49,3
<b>04:00</b>	0,90	46,5	0,95	48,5	0,94	45,1	0,97	46,4
<b>05:00</b>	0,95	48,9	0,98	49,6	0,94	45,3	0,95	49,8
<b>06:00</b>	0,52	54,4	0,62	58,4	0,53	40,5	0,63	57,3
<b>07:00</b>	0,09	40,9	0,13	54,8	0,10	37,5	0,20	60,4
<b>08:00</b>	0,03	0,0	0,05	58,3	0,00	0,0	0,04	0,0
<b>10:00</b>	0,20	96,3	0,15	95,2	0,17	91,5	0,18	98,0
<b>11:00</b>	0,63	87,3	0,53	85,0	0,46	87,3	0,42	95,0
<b>12:00</b>	0,61	79,6	0,58	79,1	0,53	79,4	0,34	81,7
<b>13:00</b>	0,50	76,7	0,47	74,3	0,38	78,3	0,34	91,5
<b>14:00</b>	0,59	77,5	0,50	82,4	0,48	82,6	0,33	81,0
<b>15:00</b>	0,41	77,6	0,37	76,1	0,42	71,0	0,50	76,7
<b>16:00</b>	0,16	71,1	0,11	63,0	0,15	72,2	0,22	57,7
<b>17:00</b>	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
<b>18:00</b>	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
<b>19:00</b>	0,08	45,0	0,15	47,2	0,14	52,9	0,13	29,0
<b>20:00</b>	0,46	49,1	0,42	52,0	0,40	46,9	0,46	47,7
<b>21:00</b>	0,57	41,2	0,61	53,4	0,60	45,5	0,63	40,4
<b>22:00</b>	0,65	48,1	0,60	51,0	0,50	39,5	0,65	39,4
<b>23:00</b>	0,49	42,4	0,46	44,1	0,33	39,7	0,49	52,5
<b>00:00</b>	0,44	55,2	0,42	47,5	0,34	32,9	0,45	38,9
<b>Média</b>	0,46		0,45		0,41		0,44	

% ócio: Percentual do tempo deitado no qual os animais permaneceram em ócio.

A distribuição da atividade de estar deitado durante as 24 horas apresentou 3 picos distintos, um mais intenso entre as 3:00h e 6:00h horas, outro no meio do dia e um terceiro das 20:00h às 0:00h (Figura 24).

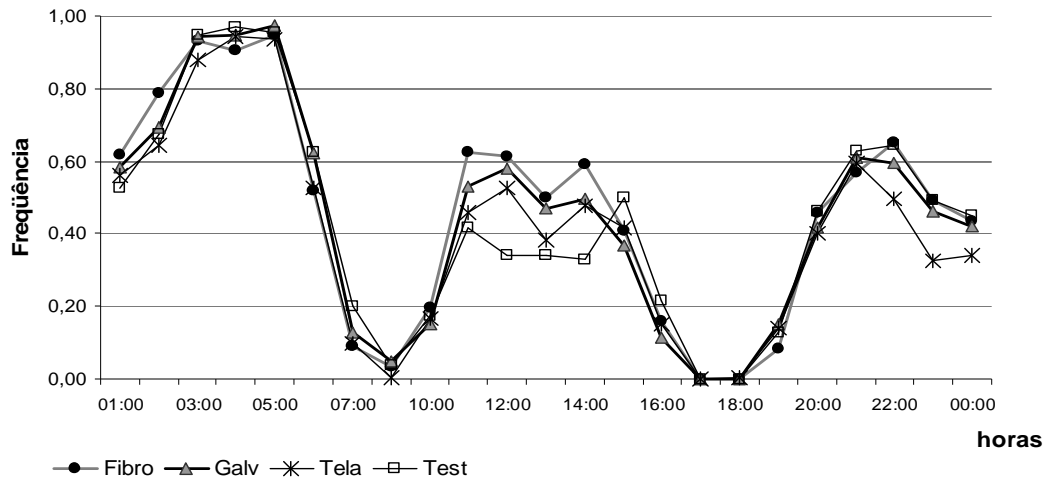


Figura 24 – Frequência com que os animais permaneceram deitados nas 24 horas de observação, média dos dias observados

As principais atividades comportamentais observadas dividiram-se em pastejo, ruminação e ócio, numa proporção de 30%, 25% e 25% respectivamente. O restante do tempo (20%) foi despendido nas atividades de locomoção, alimentação no cocho e parado em pé sem ruminar. A distribuição observada seguiu a distribuição típica para bovinos leiteiros. Após pastoreio, seguiram-se a ruminação e o ócio. A atividade de pastejo foi realizada preferencialmente em grupo, com a participação da maioria dos animais, porém, as atividades de ruminação e ócio apresentaram-se igualmente distribuídas, ou seja, aproximadamente metade dos animais ruminava enquanto a outra metade permanecia em ócio (Figura 25).

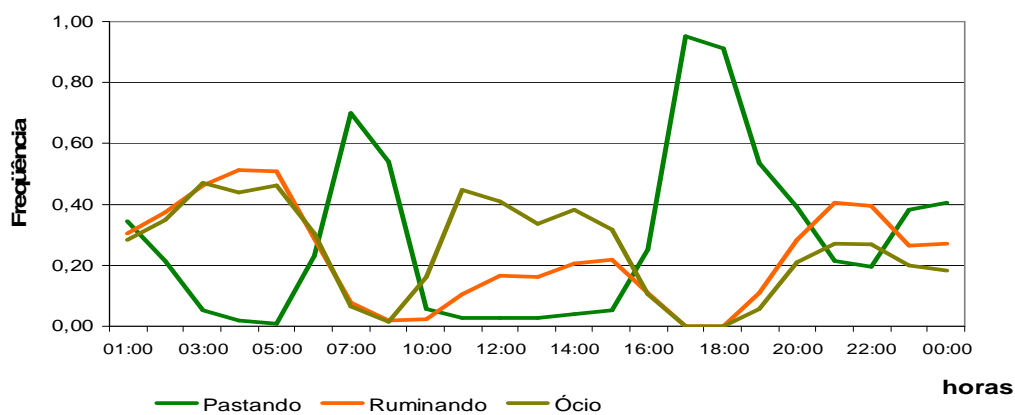


Figura 25 – Distribuição dos principais comportamentos, média dos tratamentos

A análise do comportamento não evidenciou diferença para o uso ou não da sombra, embora as novilhas tenham apresentado um modelo comportamental dentro dos padrões conhecidos para bovinos leiteiros.

### 2.3.5 Análise produtiva (ganho de peso)

Em novilhas leiteiras, as formas de que se dispõem para medir a produtividade são: o ganho de peso e a idade à puberdade, sendo que o peso está inversamente relacionado com a idade à puberdade (GRAVES; MACLEAN, 2003; LUCCI, 1989; SANTOS et al., 2000). Na presente pesquisa foi possível avaliar apenas o ganho de peso.

O resultado da análise para ganho de peso indicou não haver diferença no ganho de peso das novilhas entre os quatro tratamentos ( $P>0,05$ ) nas 4 pesagens efetuadas (Tabela 30).

Tabela 30 – Ganho de peso e erro padrão das médias para os quatro tratamentos

Tratamento	PESAGEM			
	fev	março	abril	maio
	kg.dia <sup>-1</sup>	kg.dia <sup>-1</sup>	kg.dia <sup>-1</sup>	kg.dia <sup>-1</sup>
<b>Fibro</b>	0,10 (0,11)	0,47 (0,06)	0,46 (0,10)	0,37 (0,10)
<b>Galv</b>	0,11 (0,12)	0,58 (0,07)	0,43 (0,11)	0,41 (0,10)
<b>Tela</b>	-0,05 (0,11)	0,59 (0,06)	0,58 (0,10)	0,28 (0,10)
<b>Test</b>	-0,13 (0,11)	0,47 (0,06)	0,56 (0,10)	0,36 (0,10)

( ): erro padrão.

A observação do ganho de peso indica que houve um maior ganho nos meses de março e abril. Este resultado pode ser explicado em função da maior adaptação dos animais ao manejo. As novilhas passaram por um período de adaptação às instalações e ao manejo de 15 dias antes da primeira pesagem, porém a perda de peso no primeiro mês mostra que este tempo de adaptação provavelmente não foi suficiente. Seguiu-se um período de ganho compensatório que não foi afetado pelos tratamentos ( $P>0,05$ ). Os valores reduziram-se novamente no mês de maio, provavelmente em função de uma redução na qualidade e quantidade das pastagens.

O ganho acumulado de peso durante o período do estudo pode ser observado na Tabela 31. Verifica-se que no tratamento galvanizado foram registrados os maiores valores de ganho no período, porém foi também o que apresentou as maiores variações.

Tabela 31 – Peso médio inicial e final das novilhas e ganho acumulado no período em função dos tratamentos

<b>Tratamento</b>	<b>Peso Inicial</b>		<b>Peso final</b>		<b>Ganho no Período</b>	
	(kg)		(kg)		(kg)	
<b>Fibro</b>	250,3	(44,69)	286,75	(58,50)	36,5	(18,13)
<b>Galv</b>	232,5	(45,38)	262,75	(54,44)	30,3	(74,94)
<b>Tela</b>	275,9	(62,91)	316,63	(77,22)	40,8	(14,38)
<b>Test</b>	302,5	(61,50)	342,13	(69,13)	39,6	(11,13)

( ): desvio médio

A curva de crescimento dos bovinos em relação à idade, assim como dos mamíferos em geral, apresenta uma forma sigmóide com duas fases distintas: uma de aceleração, desde a fecundação até a puberdade e outra de desaceleração da puberdade até a maturidade (LUCCI, 1989; SILVEIRA; DOMINGUES, 1995; VAL et al., 2004). O peso final alcançado pelo animal irá variar em função do padrão genético, nutricional e sanitário. Animais criados em pastagem apresentam, em geral, um ganho de peso inferior aos animais confinados. Embora existam relatos de até  $0,8\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$  (FANÁTICO, 2000), estes são valores difíceis de serem alcançados (MACHADO, 2004).

Os animais estudados apresentavam dois padrões genéticos distintos e duas faixas etárias (**Tabela 2 item 2.2.4**). Pode ser observado que alguns animais apresentavam peso inicial inferior ao recomendado pela literatura para se alcançar o primeiro parto aos 26 meses, ou seja, peso de 180kg aos 9 meses de idade, o que exigiria um ganho diário médio de 0,50kg a 0,60kg (MACHADO 2004). No entanto, a maioria das novilhas poderia se enquadrar dentro da expectativa de um parto aos 28 meses, com peso ao parto entre 490kg e 520kg para os animais da raça holandesa e peso intermediário entre 340kg a 490kg para as novilhas mestiças, com ganhos diários de 0,45kg (SANTOS, 2002).

O ganho de peso em função da faixa etária pode ser observado na Figura 26 (a) animais com idade inicial média de 13,5 meses  $\pm$  3,1 meses e peso de 226,2kg e na

Figura 26 (b) animais com idade inicial de 21,4 meses  $\pm$  4,9 meses e peso de 304,3 kg. A análise não encontrou diferença ( $P>0,05$ ) para nenhum dos grupos com relação aos tratamentos, porém, pode ser observado que os animais mais velhos na média das quatro pesagens obtiveram maiores ganhos. Em geral, novilhas até os 14 meses de idade são mais sensíveis a alterações no manejo e mais exigentes em nutrientes, pois estão mudando de dieta (LUCCI, 1989; SILVEIRA; DOMINGUES, 1995). São também os animais mais sensíveis a alterações do ambiente térmico (HOFFMAN, 2006). Os animais, na pesquisa, recebiam a mesma quantidade de ração concentrada e pastavam em conjunto, o que pode ter contribuído para diferença observada.

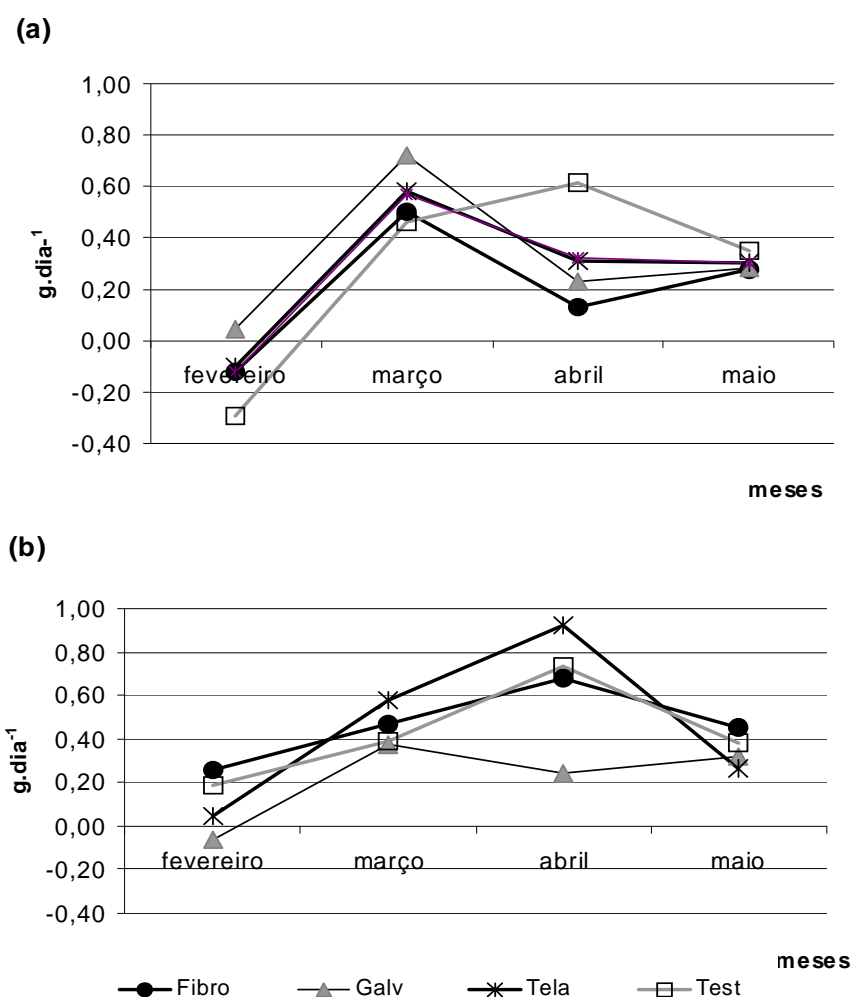


Figura 26 – Média de ganho de peso dos animais por tratamento durante o período da pesquisa (a) animais jovens; (b) animais mais velhos

A análise em função dos grupos genéticos também não indicou diferença no ganho de peso entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) (Figura 27(a) holandesas e Figura 3 (b) mestiças). A observação da Figura 26 e Figura 27 revela que também não houve diferença no ganho entre os dois grupos genéticos, o que não era esperado, uma vez que se espera de animais holandeses, mesmo criados a pasto, um maior ganho de peso, quando comparados a animais mestiços de raça Jersey (MACHADO, 2004; SANTOS et al., 2000; VAL et al., 2004).

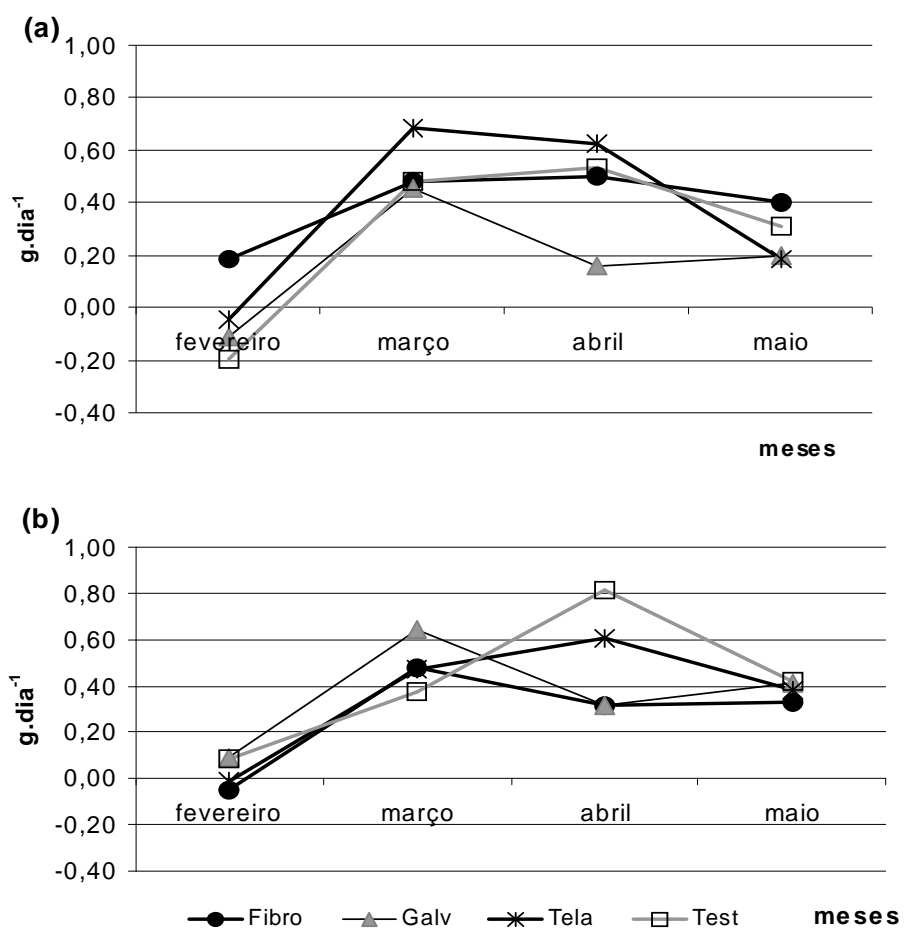


Figura 27 – Média de ganho de peso dos animais por tratamento durante o período da pesquisa separados por raça (a) holandesas; (b) mestiças

Das razões que poderiam ser apontadas para o pequeno ganho de peso observado nos animais, uma seria o aumento da exigência nutricional em função do aumento da  $t_{bs}$  e UR% (HOFFMAN, 2006; FOX; TILUTKY, 1998). Casos de tristeza

(babesiose) e de miiase em alguns dos animais verificados no período também prejudicaram o ganho de peso. E finalmente, o número de animais dentro de uma mesma idade e mesmo grupo genético (8 animais por grupo) pode ter sido pequeno para que se pudesse detectar diferenças no ganho de peso.

Coleman et al. (1996) também não encontraram diferença no ganho de peso de bezerros holandeses com e sem disponibilidade de sombra, embora tenham detectado diferenças nas características físicas do ambiente. Os autores trabalharam com 12 animais por tratamento. Já Carvalho e Oliva (1999), quando compararam o ganho de peso de novilhas leiteiras com e sem acesso à sombra, relataram que animais com sombra ganharam em média  $0,250 \text{ kg.dia}^{-1}$  a mais do que os sem sombra. Mitlöhner et al. (2001) com 168 novilhas de corte também encontraram valores de ganho superiores para animais com acesso à sombra. Em 121 dias foi observada uma diferença no ganho médio em favor dos animais sombreados de  $11,3 \text{ kg.novilha}^{-1}$ . Bernabucci et al. (1999), em câmara climática, demonstraram que o estresse térmico afetou o ganho de peso dos animais. Os animais sob estresse severo ganharam em média  $0,476 \text{ kg.dia}^{-1}$  e em conforto apresentaram ganhos médios de  $0,650 \text{ kg.dia}^{-1}$ .

Zwald (2007) afirma que, embora nem sempre seja verificada diferença no ganho de peso de novilhas sob estresse térmico, pode haver efeito sobre a taxa de concepção e a imunidade dos animais.

Com o fornecimento de sombra, esperavam-se alterações na fisiologia e no comportamento de descanso e alimentação dos animais. Os resultados da análise fisiológica apontaram diferenças para a FR e TR nos horários mais quentes dia, mas esta alteração não foi suficiente para alterar o tempo de descanso e de pastejo, fato detectado pela análise do comportamento, o que contribuiu para que não fosse observada diferença no ganho de peso dos animais.

### **2.3.6 Análise de custo**

O custo médio dos materiais utilizados na construção dos abrigos é apresentado na Tabela 32, enquanto que a relação de custo total e por  $\text{m}^2$  para a construção de um abrigo para 30 novilhas leiteiras é apresentado na Tabela 33.



Tabela 32 – Custo real do material utilizado na construção dos abrigos

Material	Preço	Vida útil	Depreciação	Custo real	Fonte
	R\$	anos	R\$	R\$	
Caibros de 5x6cm (m)	6,48	20	0,32	6,80	SINAPI (2008)
Vigas 6x12cm (m)	10,40	20	0,52	10,92	SINAPI (2008)
Ripas (m)	0,85	20	0,04	0,89	SINAPI (2008)
Postes de eucalipto tratado (20 a 24 cm) (m)	45,46	10	4,55	50,01	Diversos
Telhas de Fibrocimento sem amianto (m <sup>2</sup> )	10,83	20	0,54	11,37	SINAPI (2008)
Telhas Galvanizadas (m <sup>2</sup> )	24,38	10	2,44	26,82	Diversos
Tela de Polipropileno (m <sup>2</sup> )	3,80	5	0,76	4,56	Diversos
Fixação Fibrocimento (m)	2,00	..	..	2,00	..
Fixação Galvanizadas (m)	1,75	..	..	1,75	..
Fixação tela (m)	3,00	..	..	3,00	..

Tabela 33 – Relação de custo dos abrigos para o sombreamento de 30 novilhas leiteiras

Material de cobertura	Estrutura	Cobertura	Total	Custo por m <sup>2</sup>
			R\$	
Fibrocimento	11163,87	1524,90	12688,77	105,74
Galvanizado	11163,87	3428,16	14592,03	121,60
Tela	11021,47	805,20	11826,67	98,56

A cobertura com menor custo foi a composta por tela, no entanto, como demonstrado na presente pesquisa a cobertura de fibrocimento apresentou os melhores resultados quanto ao conforto térmico e foi a que ocasionou as maiores reduções na FR das novilhas, desta forma seria a mais interessante para a utilização como abrigo para novilhas. Nos cálculos de custo não foram apresentados os gastos com mão de obra, pois, em geral a mão de obra utilizada é de funcionários da própria fazenda, no entanto

se forem computados, seria ainda mais interessante a utilização do fibrocimento, uma vez que, apresenta uma maior vida útil.

## 2.4 Conclusões

De acordo com os dados obtidos nesta pesquisa pode-se concluir que:

- Os diferentes tipos de sombreamento artificial proporcionaram alterações nas características físicas do ambiente. Os valores de  $t_{gn}$ , CTR e ITGU apresentaram reduções sob os três tipos de cobertura utilizados, sendo a cobertura de fibrocimento a responsável pelos maiores percentuais de redução.
- Com relação às variáveis fisiológicas a presença da sombra reduziu a frequência respiratória das novilhas leiteiras, e não alterou a temperatura retal nem a temperatura de pelame. No abrigo com cobertura de fibrocimento foram observadas as maiores reduções na frequência respiratória. A variável que apresentou as respostas mais imediatas às alterações ambientais foi a frequência respiratória.
- Sob o ponto de vista comportamental e produtivo, não foram observados efeitos significativos do tipo de sombreamento sobre as novilhas
- De acordo com a análise de custo realizada a cobertura com fibrocimento apresentou a melhor relação custo-benefício.

Em se tratando de planejamento agropecuário alguns parâmetros devem ser considerados, baseando-se nos resultados obtidos, recomenda-se que, se o produtor optar pelo fornecimento do sombreamento artificial que este seja de telhas de fibrocimento, porém, a tomada de decisão da utilização ou não do sombreamento deverá ser considerada em função da viabilidade técnica econômica e do nível produtivo do empreendimento.



## REFERENCIAS

ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants**. St Joseph: ASAE, 1990. 453 p. (ASAE Textbook, 4)

ALVES, S.P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2006. 128 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANDERSSON, B.E.; JÓNASSON, H. Regulação da temperatura de fisiologia ambiental In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 47, p. 805-841.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPOSTOS AO AMIANTO. **Amianto ou asbesto**, Disponível em: <<http://www.abrea.com.br/02amianto.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2007.

BACCARI JUNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em climas quentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-67.

\_\_\_\_\_. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142 p

BACCARI JUNIOR, F.; CAMPOS NETO, O.; ROCHA, G. P. Variação fisiológica da temperatura retal das 8 às 18 horas em bovinos holandeses. Correlação com a temperatura ambiente e hora do dia. In: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES DO CAMPUS DE BOTUCATU, 8., 1979, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ, 1979. p. 149-53.

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

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

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantiquantitativa das características bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. 2008. 174 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BENJAMIN, M.M. **Fluid and eletroctrolytes**: outline of veterinary clinical pathology. Ames: Iowa State University Press, 1981. 12 p.

BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON, D. ARIELI, A. GRABER. Upper critical temperature and forced ventilation effects of high yielding dairy cows in a tropical climate. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 67, p. 488-495, 1985.

BERNABUCCI, U.; BANI, P.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; NARDONE, A. Influence of short- and long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by friesian heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v 82, p. 967-973, 1999.

BEZERRA, E.M.; JOAQUIM, A.P.; SAVASTANO JR., H.; JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. The effect of different mineral additions and synthetic fiber contentson properties of cement based composites. **Cement & Concrete Composites**, Amsterdam, v. 28, p. 555–563, 2006.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 34, p. 285-95, 1994

BOND, T.E.; KELLY, C.F.; ITTNER, N.R. Radiation studies of painted shade materials. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v. 35, p. 389-392, 1954.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ROBERTO 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**, Viçosa, v.32,n. 5, p.1045-1053, 2003.

BRASILIT. **Ficha de informações de segurança de produtos**. Saint-Gobain, 2007. 5 p.

BROSH, A.; AHARONI, Y.; DEGEN, A.A.; WRIGHT, D. AND YOUNG, B.A. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 2671–2677,1998.

BROWN-BRANDL, T.M.;EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: Analyses of indicators. **Biosystems Engineering**, London, v. 90, n. 4, p. 451–462, 2005.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZO-AROCHO, A.;CATON.G.H.; Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v. 24 n. 4, p. 711-714, 1981.

CAMARGO, A.C. **Comportamento de vacas de raça Holandesa em um confinamento do tipo "free-stall" no Brasil Central**. 1988. 146 p Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988

CAMPOS, A.T.; KLOSOWSKI, E.S.; GASPARINO, E.; CAMPOS, A.T.; SANTOS, W.B.R. Análise térmica de abrigos individuais móveis e sombrite para bezerros **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, p. 153-161, 2005.

CARVALHO, N.M.; OLIVO, C.J. **Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e à sombra**. 1999. Disponível em: <[http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut\\_rumi%5CSbz251.pdf](http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut_rumi%5CSbz251.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2005.

CASTANHEIRA, R.G.; COSTA, C.E.S. Programa computacional para o estudo das áreas sombreadas por proteções retangulares em planos verticais e horizontais. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003. 1 CD-ROM.

CHESTER-JONES, H.; LINN, J. **Effect of nutrition and management of dairy heifers on resultant cow longevity**. University of Minnesota Extension Service, 2006. Disponível em: <[www.extension.umn.edu/dairy](http://www.extension.umn.edu/dairy)>. Acesso em: 31 out. 2007.

CHU, C.M.; JONG, T.L.; HUANG, Y.W. A study of thermal comfort control using least enthalpy estimator on HVAC system. In AMERICAN CONTROL CONFERENCE, 2005, PORTLAND. **Proceedings...** Portland: AACC, 2005. p. 3665–3670.

CIPOLA-NETO, J.; MARQUE, N.; MENNA-BARRETO, L.S. **Introdução ao estudo da cronobiologia**. São Paulo: EDUSP, 1988. 142 p.

CLARK, J.A. **Environmental aspects of housing for animal production**. London: Butterworths, 1981. 511p.

COLEMAN, D.A.; MOSS, B.R.; McCASKEY, T. A supplemental shade for dairy calves reared in commercial calf hutches in a Southern clima. **Journal of Dairy Science**. Champaing, v. 79. p. 2038-2043, 1996.

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

COLLIER, R.J.; DOELGER, S.G.; HEAD, H.H. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cow. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 309-319, 1982.

COMERCIAL FAHEL'S. Disponível em: <<http://www.fahels.com.br/empresa.html>>. Acesso em: 20 jul. 2008.

CONCEIÇÃO, M.N. **Avaliação do comportamento de bezerros leiteiros lactentes e desmamados, em baias individuais e coletivas**. 1991. 71 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

DAMASCENO, J.C.; BACARI JUNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 709-715. 1999.

DAVISON, T.M.; SILVER, B.A.; LISLE, A.T.A.; ORR, W.N. The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cows in a tropical upland environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 28, p. 149-154, 1988.

EIGENBERG, R.A.; BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 2: Predictive relationships. **Biosystems Engineering**, London, v. 91, n. 1, p. 111–118, 2005.

EQUIPESCA EQUIPAMENTOS DE PESCA LTDA. **Catálogo do fabricante**. 2007. Disponível em: <<http://www.equipesca.com.br/pt/produtos/sombrite.html>> Acesso em 05 de jul 2008.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port: Avi Publ., 1978. 325 p.

ESTADOS UNIDOS. Departament of Agriculture. **Organic production/organic food: information access tool**. 2007. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/ofp/ofp.shtml>> .Acesso em: 10 jan. 2008.

FANÁTICO, A. **Raising dairy heifers on pasture**. NCAT Agriculture Specialist June 2000. Disponível em: <<http://www.attra.org>>. Acesso em: 20 out. 2006

FAO STATISTICAL DATABASES. **Agriculture 2006**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/default.asp>>. Acesso em: 09 fev. 2007.

FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 81, p. 3085-3095, 1998.

FRASER, A. F.; BROOM, D.M. **Farm animal behavior and welfare**, 3 ed. London: Balierre Tindall, 1990. 437 p.

GARRETT, W.N.; BOUND, T.E.; PEREIRA, M. Influence of shade height on physiological responses of cattle during hot weather. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph. v.10, p. 433–438, 1967.

GATANBY, R. Exponential relation between sweat rate and skin temperature in hot climates. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 106, p. 175-183, 1986.

GAUGHAN, J.B.; GOODWIN, P.J.; SCHOORL, T.A.; YOUNG, B.A.; IMBEAH, M.; MADER, T.L.; HALL, A. Shade preferences of lactating Holstein–Friesian cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 38, p. 17–21, 1998.

GRANZIN, B. **Beating heat stress in dairy systems**. 2004. NSW Department of Primary Industries/ Agriculture. Disponível em: <[www.agric.nsw.gov.au/reader/dairyresearch/beating-head-stress.html](http://www.agric.nsw.gov.au/reader/dairyresearch/beating-head-stress.html)> Acesso em: 26 jul. 2005.

GRAVES, W.M.; MCLEAN, A.K. Improving dairy heifer reproductive management. **Bulletin Cooperative Extension Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences**, Georgia, v. 1235, 6p. 2003.

GUISELINI, C.; SILVA, I.J.O., PIEDADE, S.M. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.380-4, 1999.

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

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

HEINEMANN, A.B.; PACIULLO, D.S.C.; MACEDO, R. Sistemas alternativos de produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiania: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2005. p. 283 - 297.

HODGSON, J. **Grazing management-science into practice**. London: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HOFFMAN, P.C. **Quality control systems in dairy replacement heifer nutrition**. Madison: University of Wisconsin, Department of Dairy Science. Disponível em: <<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/heifmgmt/pubs/qualitycontrol.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2006.

HOUP, K.A. Fisiologia do comportamento. In: REECE, W. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap. 54, p. 887-896.

HUBER, R.; BAUMUNG, R.; WURZINGER, M.; SEMAMBO, D.; MWAI, O.; WINCKLER, C. Grazing, social and comfort behaviour of Ankole and crossbred (Ankole x Holstein) heifers on pasture in south western Uganda. **Applied Animal Behaviour Science** Amsterdam, v. 112, p. 223–234. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Indicadores IBGE**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br/bda/const](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/const)>. Acesso em: 07 ago. 2008



KAWABATA, C.Y.; CASTRO, R.C.; SAVASTANO JR, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p. 598-607, 2005.

KENDALL, P.E.; NIELSEN, P.P.; WEBSTER, J.R.; VERKERK, G.A.; LITTLEJOHN, R.P.; MATTHEWS, L.R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 103, p. 148–157, 2006.

KROHN, C.C.; MUNKSGAARD, L. Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments II. Lying and lying-down behaviour **Applied Animal Behaviour Science** , , Amsterdam, v. 37, p. 1-16. 1993.

LEE, C.N.; HILLMAN, P.E. Thermal responses of holstein dairy cows on pastures with high solar loads and high winds. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 6., 2007, Mineeapolis. (ASABE. Publication, 701P0507e). Disponível em: <<http://asae.frymulti.com/article.asp?JID=1&AID=22791&CID=dhc2007&T=2>>. Acesso em: 11 jan. 2008.

LEITE BRASIL. **Mapa do leite no estado de São Paulo**. 2006. 20 p. Disponível em: <<http://www.leitebrasil.org.br/download/mapadoleitesp.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.

LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo, doenças**. São Paulo: Nobel; EDUSP, 1989. 371 p.

MACHADO, P.F. **Manejo do bezerro de 7 dias após a desmama até a liberação para cobertura**. Disponível em: <[http://www.megaagro.com.br/lecheria/art\\_lib\\_cobertura.asp](http://www.megaagro.com.br/lecheria/art_lib_cobertura.asp)>. Acesso em: 06 out. 2005.

MACHADO, R.S. **Cria de novilhas a pasto: problema ou solução?** Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/> [20/08/2004]. Acesso em: 17 jun. 2007

MADER, T.L.; DAVIS, M.S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 84, p. 712-719, 2006.

MADER, T.L.; DAHLQUIST, J.M.; HAHN G.L.; GAUGHAN, J.B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 2065-2072, 1999.

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

\_\_\_\_\_  
**Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em freestall.** 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JR., H.; SILVA, S. L.; TITTO, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour** : an introductory guide. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 222 p

MARTINEZ, J.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim elefante durante o outono – inverno.** 2004. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARTINS, J.L.; SILVA, I.J.O.; FAGNANI, M.A.; PIEDADE, S.M. Avaliação da qualidade do sombreamento natural (arbóreo) em pastagens em condições de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23., Foz do Iguaçu, 2001. **Anais...** Foz do Iguaçu: Conbea, 2001. 1 CD-ROM.

MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo Freestall para vacas em lactação.** 2004. 143 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

McDOWELL, R.E. HOOVEN, N.W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holstein in first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 59, p. 965-973, 1976.

MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M.L.; MCGLONE, J.J. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 80, p. 2043–2050, 2002.

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

MORENO, C.B.; VIVIAN FISCHER, V.; MONKS, P.L.; GOMES, J.F.; STUMPF Junior, W. Comportamento ingestivo diurno de novilhas Jersey sob suplementação com farelo de milho em pastagem de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37(3), p.487-493. 2008.

- MOTA, L.S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras.** 1997. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.
- MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B.; ARADAS, M.E.C. The use of enthalpy as a thermal comfort index. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5., 1997, Bloomington. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1997. v. 1, p. 577-583.
- MULLER, C.J.C.; BOTHA J .A. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 3. Behaviour. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 24, n.2, p. 61-66, 1994.
- NÄÄS, I.A. Tipologia de instalações em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 146-155.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle** 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381 p.
- ORR, R.J.; RUTTER, S.M.; YARROW, N.H.; CHAMPION, R.A.; ROOK, A.J. Changes in ingestive behaviour of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.87, p. 205–222. 2004.
- OVERTON, M.W., W.M. SISCHO, G.D. TEMPLE, E D.A. MOORE.. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p 2407-2413. 2002
- PAES LEME, T.M.; PIRES, M.F.A. VERNEQUE, R.S.V. ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x zebu, em pastagens de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.
- PANDORFI, H. **Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: Suinocultura de Precisão.** 2005. 119 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- PARANHOS DA COSTA, M. O bem estar no ambiente de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE AMBIÊNCIA E ETOLOGIA; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 395-399.
- PENATTI, M.A.; CORSI, M. Condições técnicas para localização e instalação da exploração leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 7–55.

PEREIRA, J.M.; RESENDE C. P.; RUIZ M. A. M. Pastagem no ecossistema Mata Atlântica: atualidade e perspectivas. In SIMPÓSIO SOBRE AS PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia.. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p.36–55.

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistema de climatização em galpões tipo “Free-Stall” para bovinos leiteiros.** 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PIRES, M.F.A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça holandesa confinadas em free-stall, durante verão e inverno.** 1997. 102 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

PIRES, M.F.A.; NOVAES, L.P.; CAMPOS, A.T. Ambiência na produção leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO, NUTRIÇÃO E SANIDADE DE GADO LEITEIRO, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: CBNA, 2001. p. 251-284.

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

PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas da raça Holandesa. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p. 154 -159, 2000.

PRASANPANICH, S.; SIWICHAI, S.; TUNSARINGKARN, K.; THWAITES, C.J.; VAJRBUKKA, C. Physiological responses of lactating cows under grazing and indoor feeding conditions in the tropics. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 138, p. 341-344, 2002.

PRASANPANICH, S.; SUKPITUKSAKUL, P.; TUDSRI, S.; MIKLED, C.; THWAITES, C.J.; VAJRBUKKA, C. Milk production and eating patterns of lactating cows under grazing and indoor feeding conditions in central Thailand. **Tropical Grassland**, Santa Lucia, v. 36, p. 107-115, 2002

RAHRIG, P.G. **Analisando o custo real do aço estrutural galvanizado.** 2007. Associação Brasileira da Construção Metálica. Disponível em: <[http://www.abcem.org.br/abcem\\_quem.php](http://www.abcem.org.br/abcem_quem.php)>. Acesso em 17 jul. 2008.

REECE, W. Respiração nos mamíferos. In: \_\_\_\_\_. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap. 7, p. 103-134.

ROBERSHAW, D. Heat loss of cattle. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock.** Boca Raton: CRC Press, 2000. chap. 6, p. 55-66.

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

ROMA JR., L.C. **Cobertura de fibrocimento e sistemas de climatização: Influência no desempenho de vitelos Mestiços e da raça Holandesa** 2004. 83 p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.

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

ROSA, Y.B.C.J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão para Viçosa, MG**. 1984. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

SANDERSON, K.R. Suas vacas estão falando. Você esta escutando? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 7-8.

SANTOS, F.A.P. Sistema de produção de leite utilizando pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal 2000. p. 69-84.

SANTOS, F.A.P.S.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE, 2001, Passo Fundo,. **Anais...** Passo Fundo: Sistema de Prod. Leite, 2000. p. 250

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE. 5., Goiânia, 2003. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2003. p. 289-346.

SARUBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia elétrica em instalação suinícola, na região de Boituva – SP**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCHÜTZ, K.E.; COX, N.R.; MATTHEWS, L.R. How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. **Applied Animal Behaviour Science**, 2008. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T48-4SHFSDP-1&\\_user=5674931&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=5674931&md5=a5faac33707904e9ffb354e5d239a1f6](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T48-4SHFSDP-1&_user=5674931&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=5674931&md5=a5faac33707904e9ffb354e5d239a1f6)>. Acesso em: 27 jul 2008.

SEJRSEN, K.; PURUP, S. Influence of prepuberal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. **Journal of Animal Science**. Albany, v. 75, p. 828-835, 1997.

SEJRSEN, K., HUBER, J.T., TUCKER, H.A., AKERS, R.M. Influence of nutrition on mammary development in pre - and postpubertal heifers. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 65, p. 793, 1982.

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

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

SILVA, I.J.O.; GHELFILHO, H.; CONSIGLIERO, F.R. Influência de cobertura no conforto térmico de abrigos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, p. 43-55, 1990.

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

\_\_\_\_\_. Carga térmica radiante: revisando a técnica de avaliação. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 13, p. 77-84, 2002.

\_\_\_\_\_. **Weather and climate and animal production**. chap. 11. Disponível em: <<http://www.wmo.ch/pages/prog/wcp/agm/gamp/documents/chap11-draft.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2006

SILVA, R.G.; MORAIS, D.A.E.F.; GUILHERMINO, M.M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. . **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, 2007. Suplemento.

SILVEIRA, A.C.; DOMINGUES, C.A.C. Alimentação e conversão de bovinos puros e cruzados. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. et al. (Eds.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.291-320.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL , **Indicadores IBGE 2008**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/const/default.asp?t=2&z=t&o=13&u1=1&u2=1&u3=1>> . Acesso em: 30 jul. 2008.

SOTA, R.L. Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estress calórico. In: JORNADA DE MANEJO DEL ESTRESS CALÓRICO, 1., 1996, La Plata. **Anais...** La Plata: EDULP, 1996. p. 1-43.

SOUZA, C.F.; BAÊTA, F.C.; CARDOSO, R.H.; TORRES, R.A. Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico, na primavera e no verão em Viçosa-MG. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, p. 1-12, 1992.

- SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; FERREIRA, W.P.M.; SILVA, R.S. Avaliação de Materiais alternativos para confecção do termômetro de Globo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 157-164, 2002.
- SOUZA, S.R.L.; NÄÄS, I.A.; KARASAWA, S.; ROMANINI, C.E.B. Análise do investimento em climatização para bovinos de leite em sistema de alojamento Free-stall. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 255-262, 2004.
- TAWHEEL, H.Z.; TAS, B.M.; SMIT, H.J.; TAMMINGA, S.; ELGERSMA, A. A note on eating behaviour of dairy cows at different stocking systems—diurnal rhythm and effects of ambient temperature. Short communication - **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 98, p. 315–322. 2006.
- THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Philadelphia, v. 12, p. 57-59, 1959.
- TINOCO, IFF. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1. 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 13 ago 2007. doi: 10.1590/S1516-
- TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor**. 2006. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.
- TUCKER, C.B.; ROGERS, A.R.; SCHÜTZ, K.E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 109, p. 141–154, 2008
- UMPHREY, J.E.; MOSS, B.R.; WILCOX, C.J. VAN HORN, H.H. Interrelationships in lactating Holsteins of rectal and skin temperatures, milk yield and composition, dry matter intake, body weight and feed efficiency in summer in Alabama. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 2680-2685, 2001.
- VAL, J.E.; FREITAS, M.A.R.; OLIVEIRA, H.N.; CARDOSO, V.L.; MACHADO, P.F.; PANETO, J.C.C. Indicadores de desempenho em rebanho da raça Holandesa: curvas de crescimento e altura, características reprodutivas, produtivas e parâmetros genéticos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 1, p. 86-93, 2004.
- VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E.; GALLARDO, M.R. Evaluation of different shades to improve dairy cattle well-being in Argentina. **International Journal of Biometeorology**, Leiden, v. 41 p. 65–67, 1997.

- VALTORTA, S.E., GALLARDO, M.R.; CASTRO, H.C.; CASTELLI, M.E. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v. 39, p. 233-236, 1996.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell: Ithaca, 1994. 476 p
- VANDEHAAR, M.J. Feeding dairy heifers for life long profit. SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1997, Phoenix. **Proceedings...** Phoenix: University of Arizona, 1997. p. 101-109.
- VAZ, R.I.; JULIANO FIORELLI, J.; MORCELI, J.A. Avaliação da influência de materiais de cobertura na temperatura de globo negro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Resumos expandidos...** Jaboticabal: UNESP, 2007. 1 CD-ROM.
- VECCHIA; F. **Estudo comparativo do comportamento térmico de quatro sistemas de cobertura: um estudo experimental para reação frente ao calor. Construção metálica**. 2005. Disponível em: <[http://www.abcem.org.br/downloads/artigo\\_ed71.pdf](http://www.abcem.org.br/downloads/artigo_ed71.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2007.
- VILLA NOVA, N.A.; FERRAZ, E.S.B.; SANTOS, J.M.; OMETTO, J.C.; BARBIN, D. Uso do termômetro de globo na medida da carga térmica ambiente. In CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENERGIA SOLAR, 1., 1975, San Miguel. **Anais...** San Miguel: ASADES, 1975. p. 176–180.
- WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. 1. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, suppl. 2, 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/JAS/papers/1999/am/am003.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2005
- WEST, J.W.; MULLINIX, B.G.; BERNARD, J.K. Effects of hot, humid Weather on milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**. Champaing, v. 86, p. 232- 242, 2003.
- YAMAMOTO, S.; YOUNG, B.A.; PURWANTO, B.P.; NAKAMASU, F.; MATSUMOTO, T. Effect of solar radiation don de heat load of dairy heifers. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 45, p. 1741-1749, 1994.
- YOUSEF, M.K.; JOHNSON, H.D. Endocrine system and thermal environment. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 1, p.133-142.
- ZWALD, A. **Heifer management blueprints**. University of Wisconsin, 2007. Disponível em: <<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/heifmgmt/blueprints/Heat%20Stress%20in%20Heifers.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2008





**ANEXOS**







## Anexo B - Resultado da análise de variância dos índices de conforto

Variável	Fonte	DF	Valor de F	Pr > F	r <sup>2</sup>	c.v.	média
<b>tgo</b>	Data	115	334,25	< .0001	0,547	12,336	33,32
	Hora	36	300,87	< .0001			
	Tratamento	3	691,46	< .0001			
	Trat x Hora	108	6,95	< .0001			
<b>CTR</b>	Data	115	143,69	< .0001	0,407	11,85	567,94
	Hora	36	103,57	< .0001			
	Tratamento	3	1598,88	< .0001			
	Trat x Hora	108	9,25	< .0001			
<b>ITGU</b>	Data	115	286,89	< .0001	0,517	5,09	81,3
	Hora	36	558,16	< .0001			
	Tratamento	3	682,8	< .0001			
	Trat x Hora	108	6,34	< .0001			

## Anexo C - Frequência respiratória

Tabela 1 - Resultado da análise de variância para a frequência respiratória nos três períodos

Período	Fonte	DF	F Value	Pr > F	r <sup>2</sup>	cv
1	Telhado	3	18,35	<,0001	0,815944	19,41675
	Dia	4	8,79	<,0001		
	Telhado*Dia	10	0,54	0,8592		
	horário	2	213,39	<,0001		
	Telhado*horário	6	1,86	0,0896		
	Dia*horário	6	5,94	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	18	1,13	0,3265		
2	Telhado	3	26,22	<,0001	0,824527	19,7345
	Dia	4	25,85	<,0001		
	Telhado*Dia	12	3,97	<,0001		
	horário	2	199,24	<,0001		
	Telhado*horário	6	3,84	0,0011		
	Dia*horário	7	7,95	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	21	1,43	0,1077		
3	Telhado	3	18,18	<,0001	0,878859	24,54839
	Dia	5	219,7	<,0001		
	Telhado*Dia	15	3,87	<,0001		
	horário	2	210,41	<,0001		
	Telhado*horário	6	2,75	0,013		
	Dia*horário	10	15,79	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	30	1,01	0,455		

Tabela 2 - Desdobramento das interações dia x horário da frequência respiratória nos três períodos

Período	Dia	Horário					
		10:00		13:00		16:00	
1	12/1	73,1 A	c	99,5 AB	bc	104,3 A	a
	19/1	54,0 A	c	99,8 AB	a	88,5 B	bc
	26/1	60,6 AB	c	90,3 B	a	87,4 B	bc
	2/2	50,8 B	c	106,4 A	a	94,6 AB	bc
2	16/2	66,3 A	c	98,5 A	b	111,9 A	a
	23/2	59,0 AB	c	92,9 A	b	101,9 AB	b
	2/3	51,4 B	c	87,0 AB	b	83,5 C	b
	9/3	56,1 AB	c	78,8 B	b	89,5 BC	b
3	23/3	60,4 A	c	100,6 A	a	82,5 A	b
	30/3	52,1 AB	b	101,8 A	a	96,5 A	a
	6/4	37,4 BC	c	73,9 B	a	53,9 BC	b
	13/4	41,0 B	b	63,8 B	a	59,0 B	a
	20/4	35,4 BC	b	64,1 B	a	46,3 C	b
	27/4	26,8 C	a	26,5 C	a	24,3 D	a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ . Letras minúsculas, comparação dentro da linha e maiúscula dentro da coluna.

## Anexo D – Temperatura retal

Tabela 1 - Resultado da análise de variância para a temperatura retal nos três períodos

Período	Fonte	DF	F Value	Pr > F	r <sup>2</sup>	CV
1	Telhado	3	3,6	0,0149	0,724194	1,505055
	Dia	3	18,15	<,0001		
	Telhado*Dia	7	1,96	0,0638		
	horário	2	50,35	<,0001		
	Telhado*horário	6	0,95	0,4589		
	Dia*horário	5	6,58	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	13	0,32	0,9886		
2	Telhado	3	2,33	0,0757	0,631237	1,815439
	Dia	4	3,46	0,0093		
	Telhado*Dia	12	1,56	0,1058		
	horário	2	58,54	<,0001		
	Telhado*horário	6	1,61	0,1459		
	Dia*horário	6	3,25	0,0045		
	Telhado*Dia*horário	18	0,53	0,9416		
3	Telhado	3	6,68	0,0002	0,434368	38,72718
	Dia	5	89,39	<,0001		
	Telhado*Dia	15	1,71	0,0476		
	horário	2	163,57	<,0001		
	Telhado*horário	6	0,31	0,929		
	Dia*horário	10	6,88	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	30	0,88	0,6498		

Tabela 2 - Desdobramento das interações tratamento x dia da temperatura retal nos terceiro período

Tratamento	Dia					
	23/mar	30/mar	6/abr	13/abr	20/abr	27/abr
<b>Fibrocimento</b>	39,1 a A	38,9 ab B	38,5 cd A	38,6 bc A	38,7 ab A	38,2 d A
<b>Galvanizado</b>	39,4 a A	39,4 a AB	38,6 bc A	38,8 b A	38,7 bc A	38,3 c A
<b>Tela</b>	39,3 a A	39,2 a AB	38,4 b A	38,4 b A	38,4 b A	38,1 b A
<b>Testemunha</b>	39,4 a A	39,4 a A	38,4 b A	38,5 b A	38,5 b A	38,2 b A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ .

Letras minúsculas comparação dentro da linha e maiúscula dentro da coluna.

Tabela 3 - Desdobramento das interações dia x horário da temperatura retal nos três períodos

Período	Dia	Horário		
		10:00	14:00	16:00
1	<b>19/jan</b>	39,3 b A	40,0 a A	39,8 a A
	<b>26/jan</b>	38,8 b B	39,0 ab A	39,3 a B
	<b>2/fev</b>	38,5 b A	39,7 a B	39,9 a A
2	<b>16/fev</b>	38,8 a A	39,3 a A	40,0 b A
	<b>23/fev</b>	38,5 b A	39,3 a A	39,7 a AB
	<b>2/mar</b>	38,6 b A	39,5 a A	39,4 a B
	<b>9/mar</b>	38,8 a A	39,0 a A	39,3 a B
3	<b>23/mar</b>	38,8 b A	39,7 a A	39,3 ab A
	<b>30/mar</b>	38,5 b AB	39,6 a A	39,7 a A
	<b>6/abr</b>	38,1 b BC	38,8 a B	38,6 a B
	<b>13/abr</b>	38,2 b BC	38,9 a B	38,7 a B
	<b>20/abr</b>	38,1 c C	39,1 a B	38,6 b B
	<b>27/abr</b>	38,0 a C	38,2 a C	38,4 a B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $p < 0,05$ . Letras minúsculas comparação dentro da linha e maiúscula dentro da coluna.



## Anexo E – Temperatura de pelame

Tabela 1 - Resultado da análise de variância para a temperatura pelame nos três períodos

Período	Fonte	DF	F Value	Pr > F	r <sup>2</sup>	CV
1	Telhado	3	2,55	0,0567	0,772537	5,049651
	Dia	4	7,03	<,0001		
	Telhado*Dia	10	1,28	0,2412		
	horário	2	42,48	<,0001		
	Telhado*horário	6	2,66	0,0165		
	Dia*horário	7	22,84	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	19	1,12	0,3293		
2	Telhado	3	6,25	0,0004	0,775935	5,466748
	Dia	4	16,12	<,0001		
	Telhado*Dia	12	2,29	0,0094		
	horário	2	80,03	<,0001		
	Telhado*horário	6	2,01	0,0653		
	Dia*horário	6	9,81	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	18	1,78	0,029		
3	Telhado	3	2,67	0,0481	0,630053	9,311038
	Dia	5	33,25	<,0001		
	Telhado*Dia	15	0,26	0,9978		
	horário	2	6,19	0,0023		
	Telhado*horário	6	0,4	0,8769		
	Dia*horário	10	9,89	<,0001		
	Telhado*Dia*horário	30	0,7	0,8782		

Tabela 2 - Desdobramento das interações dia x horário da temperatura pelame no primeiro e terceiro período

Período	Dia	Horário					
		10:00		13:00		16:00	
1	12/jan	29,3 b	C	34,6 a	A	34,6 a	A
	19/jan	32,5 a	A	31,8 a	B	32,7 a	B
	26/jan	30,8 b	B	32,3 a	B	32,8 a	B
	2/fev	31,3 a	AB	32,2 a	B	31,4 a	B
3	23/mar	30,1 b	B	33,2 a	AB	33,1 a	B
	30/mar	31,5 b	AB	32,4 b	AB	35,6 a	A
	6/abr	30,8 a	AB	31,3 a	BC	29,7 a	C
	13/abr	32,5 a	A	31,9 ab	AB	29,6 b	C
	20/abr	33,2 ab	A	33,8 a	A	30,8 b	C
	27/abr	29,4 a	B	28,9 ab	C	26,8 b	D

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ .  
 Letras minúsculas comparação dentro da linha e maiúscula dentro da coluna.

Tabela 3 – Desdobramento da interação telhado x dia x horário no segundo período para a temperatura de pelame

Tratamento	horário	Dia							
		16/fev		23/fev		2/mar		9/mar	
Fibrocimento	10:00	28,6	β a AB	32,0	α a A	31,0	α a A	30,3	α a A
	14:00	31,1	αβ a A	33,1	α a A	34,0	α a A	30,6	α a A
	16:00	33,4	α a A	32,3	α a A	31,8	α a A	31,6	α a A
Galvanizado	10:00	31,5	α a A	31,6	α a A	29,9	β a A	30,5	α a A
	14:00	32,8	α a A	33,9	α a A	34,5	α a A	31,5	α a A
	16:00	33,1	α a A	33,5	α a A	32,3	αβ a A	32,6	α a A
Tela	10:00	26,8	β b B	30,9	α a A	29,5	β a A	31,0	α a A
	14:00	32,5	α a A	33,8	α a A	33,6	α a A	31,5	α a A
	16:00	33,0	α a A	33,5	α a A	33,4	α a A	32,6	α a A
Testemunha	10:00	29,4	β a AB	32,1	β a A	31,9	α a A	31,3	α a A
	14:00	33,4	α ab A	35,8	α a A	33,9	α ab A	31,0	α b A
	16:00	33,9	α a A	34,4	αβ a A	31,8	α a A	33,3	α a A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ .

Letras minúsculas comparação na linha linha, maiúscula nos tratamentos e gregas nas colunas.