

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**



**Tese**

**Respostas de novilhas Jersey em pastejo de milho sem e com acesso à  
sombra**

**Leandro De Conto**

**Pelotas, 2015**

**Leandro De Conto**

**Respostas de novilhas Jersey em pastejo de milho sem e com acesso à  
sombra**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Produção Animal (Comportamento e Bem-estar Animal).

Orientadora: Profa. Dra. Isabella Dias Barbosa Silveira

Coorientador: Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira

Pelotas, 2015

Leandro De Conto

Respostas de novilhas Jersey em pastejo de milho sem e com acesso à sombra

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Produção Animal (Comportamento e Bem-estar Animal), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 23/02/2015

Banca examinadora:

---

Profa. Dra. Isabella Dias Barbosa Silveira (Orientadora)  
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanusso  
Doutor em Ciências agrônômicas pelo Institut National Polytechnique de Toulouse

---

Profa. Dra. Ione Maria Pereira Haygert Velho  
Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso  
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. Dr. Larri Antonio Morselli  
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. PhD. Adroaldo José Zanella  
Doutor em bem-estar animal pela Universidade de Cambridge

Aos meus pais,  
Raimundo De Conto (*in memoriam*) e Maria Marilei Belin De Conto;  
Aos meus irmãos,  
Liliane De Conto de Assis e Everton Brustolin  
e à minha esposa  
Lúcia Somavilla...

Dedico!

## **Agradecimentos**

A Deus, pela vida e saúde que me subsidiaram para poder chegar até aqui e poder aproveitar esta oportunidade que sem dúvida me foi dada por Ele.

Aos meus pais Raimundo De Conto (*in memoriam*) e Maria Marilei Belin De Conto, por toda a dedicação e aconselhamentos nos momentos mais difíceis, pela felicidade compartilhada nos momentos bons, mas principalmente pelo amor, carinho e educação, pois sem estes não teria chegado até aqui.

Aos meus irmãos, Everton e Liliane e demais familiares, pelo carinho, força e incentivo.

A minha esposa Lúcia Somavilla, sempre presente e dedicada com paciência, incentivo, força, companheirismo e amor, em todos os momentos de dificuldade, superação e comemoração.

A professora Dra. Isabela Dias Barbosa Silveira, pela orientação, pelas exigências que me fizeram aprender, pelo companheirismo, ensinamentos, conselhos, confiança e principalmente, pela sua amizade.

Ao professor Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira, pela coorientação, amizade e conhecimentos repassados.

Aos professores, Dr. Jerri Teixeira Zanusso, pela ajuda, amizade e parceria e a Dra Vivian Fischer, pelo auxílio na análise estatística.

A Embrapa Clima Temperado em nome dos pesquisadores Dr. Jamir Luís Silva da Silva e Dr. Jorge Schafhäuser Junior, pelo apoio, ensinamentos, pela concessão dos animais, da área experimental e toda estrutura, tanto do SISPEL quanto do CERTON, fortalecendo ainda mais a parceria EMBRAPA-UFPEL, além da bolsa de estudos através do convênio EMBRAPA-CAPES.

Aos colegas e amigos de PPGZ Sheilla Madruga Moreira, Norma Dias Brasil, Ana Carolina Fluck, Laila Arruda Ribeiro, Michelle Gonçalves, Otávio Matos Tavares, Olmar Antônio Denardin Costa, Cristiano Hubner pelo companheirismo, ajuda, esclarecimentos, conhecimento e amizade no decorrer do curso.

Aos colaboradores e amigos de ZOOPREC Orley, Renata, Roberto, Gustavo, Antônio, Matheus, Fernanda, Johnatan, Felipe, Daniel, Luciana, Richard, Leontino, Lucas, Greice, Lizandra, Bruno, Carlos, Marina, pela ajuda, parceria e dedicação durante todas as etapas do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia pela estrutura disponibilizada para a realização do curso e dos trabalhos, de grande importância para o sucesso dos mesmos.

A todos os amigos, em especial aos compadres Rodrigo Pereira Paiva, Cristina Priebe, Sandro de Oliveira e Eliza Lemes, que sempre estiveram ao meu lado, com amizade e companheirismo, e que de alguma maneira ou outra fizeram parte deste período.

## Resumo

DE CONTO, Leandro. **Respostas de novilhas Jersey em pastejo de milho sem e com acesso à sombra.** 2015. 86f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas comportamentais e fisiológicas de 20 novilhas da raça Jersey, puras de origem, com idade entre 12 e 14 meses e peso vivo médio de  $198,35 \pm 28,7$  kg, em pastejo de milho num delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (sem acesso à sombra - com acesso à sombra) e dez repetições (vacas). O estudo foi realizado em área pertencente a Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, durante 33 dias (10/01/2014 a 12/02/2014). Foram realizadas três avaliações, onde as variáveis comportamentais foram observadas durante 24 horas, avaliando o tempo de pastejo, tempo de ruminação (em pé e deitado), tempo em outras atividades (em pé e deitado) e tempo de procura pelo bebedouro. Como variáveis fisiológicas foram avaliadas a frequência respiratória e a temperatura de superfície de pelame. O desempenho animal foi avaliado através de pesagem dos animais no início e ao término do experimento. Os animais com acesso à sombra apresentaram maior tempo de pastejo total ( $P=0,0012$ ) e diurno ( $P=0,0002$ ). A atividade de ruminação não sofreu efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ). Foi observado maior tempo em outras atividades total ( $P=0,0063$ ) e diurno ( $P=0,0001$ ), para os animais sem acesso à sombra. Houve diferença significativa ( $P=0,0026$ ) entre as horas do dia para frequência respiratória, com maiores valores às 13:00h. Para temperatura de superfície de pelame, houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P=0,0001$ ), com maiores valores às 13:00h no tratamento sem acesso à sombra e às 8:00h e 18:00h no tratamento com acesso à sombra. Houve efeito dos tratamentos ( $P=0,0038$ ) sobre o ganho médio diário (GMD), onde os animais com acesso à sombra obtiveram maiores ganhos. Não há substituição do pastejo diurno pelo noturno nem alteração no padrão de pastejo diurno por novilhas Jersey em condições de estresse calórico. O uso de sombra na pastagem favorece a fisiologia e melhora o desempenho animal.

**Palavras chave:** bovinos de leite; bem-estar animal; conforto térmico; comportamento ingestivo; frequência respiratória.

## Abstract

DE CONTO, Leandro. **Jersey heifers answers on pearlmillet pasture with and without access to shade**. 2015. 86f. Thesis (Doctorate em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

The objective was to evaluate the behavioral and physiological responses of 20 heifers Jersey purebred origin, aged between 12 and 14 months and average live weight of  $198.35 \pm 28.7$  kg in millet grazing in experimental design completely randomized design with two treatments (without access to shade - with access to shade) and ten repetitions (cows). The study was conducted in an area of Embrapa Temperate Climate - Experimental Station Lowlands, for 33 days (01.10.2014 to 02.12.2014). There were three reviews where the behavioral variables were observed for 24 hours, evaluating grazing time, ruminating time (standing and lying), while in other activities (standing and lying) and search time by the water cooler. And physiological variables were evaluated respiratory rate and the hair coat surface temperature. Animal performance was evaluated by weighing the animals at the beginning and end of the experiment. Animals with access to shade showed a larger total grazing time ( $P = 0.0012$ ) and day ( $P = 0.0002$ ). Rumination activity did not suffer effect of the treatments ( $P > 0.05$ ). Long been observed in other activities overall ( $P = 0.0063$ ) and day ( $P = 0.0001$ ), for animals without access to shade. There was a significant difference ( $P = 0.0026$ ) between the hours of the day for respiratory rate, with higher values at 13: 00h. For hair coat surface temperature, there was a significant interaction treatment x time of day ( $P = 0.0001$ ), with higher values at 13: 00h in the treatment without access to shade and at 8: 00h and 18: 00h in treatment access the shadow. Treatment effects ( $P = 0.0038$ ) on the average daily gain (ADG), where animals with access to shade achieved major. No replacement daytime grazing by night nor change in the pattern of daytime grazing by dairy heifers in heat stress conditions. The use of shadow on the grassland improving the physiology and improved animal performance.

**Keywords:** dairy cattle, animal welfare, thermal comfort, feeding behavior, respiratory rate



## Lista de Figuras

Figura 1	Imagem de satélite (Google Earth) da área experimental com a limitação dos piquetes por tratamento.....	40
Figura 2	Sombra de <i>Eucaliptus</i> sp. do tratamento com acesso à sombra.....	41
Figura 3	Pastagem de milheto ( <i>Penisetum glaucum</i> ) (esquerda) e bebedouro de água (direita).....	41
Figura 4	Novilha identificada pela cor correspondente do tratamento (CS) e numeração pintada no flanco.....	42
Figura 5	Termômetro infravermelho (esquerda) e partes do corpo avaliadas (direita).....	43
Figura 6	Termohigrômetro e globo negro instalados ao sol (esquerda) e à sombra (direita).....	45
Figura 7	Frequência de uso do tempo de pastejo (diurno e noturno), nos três dias de avaliação, realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milheto sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).....	49
Figura 8	Frequência de uso do tempo de ruminação (diurno e noturno), nos três dias de avaliação, realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milheto sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).....	52
Figura 9	Frequência de uso do tempo para outras atividades (diurno e noturno), nos três dias de avaliação, realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milheto sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).....	55

Figura 10	Frequência de uso do tempo de procura pela água (diurno e noturno), nos três dias de avaliação, realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).....	57
Figura 11	Frequência respiratória (FR) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	58
Figura 12	Frequência de uso da sombra, por novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho (Capão do Leão-RS).....	62

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Valores médios das variáveis climáticas e das normais climatológicas referentes ao período experimental (Capão do Leão-RS).....	39
Tabela 2	Características produtivas e estruturais da pastagem de milho durante o período experimental (Capão do Leão-RS).....	44
Tabela 3	Valores das variáveis climáticas e de conforto térmico em ambos os tratamentos em diferentes horas do dia (Capão do Leão-RS).....	47
Tabela 4	Tempo de pastejo (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	48
Tabela 5	Número de estações alimentares, taxa de bocado (bocados/hora e bocados/estação) e número de passos por estação alimentar de novilhas Jersey, no período diurno, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	50
Tabela 6	Tempo de ruminação (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	51
Tabela 7	Tempo para outras atividades (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey em pastagem de milho, sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	54
Tabela 8	Tempo para outras atividades em pé e deitado (diurno e noturno), de novilhas Jersey em pastagem de milho, sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	56

Tabela 9	Tempo de procura pela água (total, diurno e noturno), por novilhas Jersey em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	57
Tabela 10	Temperatura de pelame (TPEL) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	61
Tabela 11	Peso inicial, peso final e ganho médio diário (GMD), de novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).....	63

## Lista de Abreviaturas e Siglas

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEEA	Comitê de Ética em Experimentação Animal
CERTON	Centro de Recria e Seleção de Bovinos da Raça Jersey
CS	Com acesso à sombra
CTR	Carga térmica radiante
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FR	Frequência respiratória
GMD	Ganho média diário
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITGU	Índice de temperatura de globo e umidade
MS	Matéria seca
PR	Precipitação pluviométrica
PV	Peso vivo
RS	Radiação solar
SS	Sem acesso à sombra
TA	Temperatura do ar
TGN	Temperatura de globo negro
TMR	Temperatura média radiante
TPEL	Temperatura de superfície de pelame
Tpo	Temperatura de ponto de orvalho
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas

UR	Umidade relativa do ar
VM	Velocidade média de vento
ZCI	Zona crítica inferior
ZCS	Zona crítica superior
ZCT	Zona de conforto térmico

## Lista de Símbolos

%	porcentagem
°C	graus Célsius
cm <sup>2</sup>	centímetros quadrados
h	hora (s)
ha	hectares
K	graus Kelvin
kg	quilograma
kg/ha	quilograma por hectare
m	metros
m <sup>2</sup>	metros quadrados
mm	milímetros
mov/min	movimentos por minuto

## Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>16</b>
<b>2 Revisão de Literatura</b> .....	<b>18</b>
2.1 Clima e produção animal.....	18
2.2 Bem-estar e estresse .....	21
2.3 Conforto térmico e termorregulação.....	23
2.4 Índices de conforto térmico .....	26
2.5 Respostas comportamentais.....	28
2.6 Respostas fisiológicas.....	32
2.6.1 Frequência respiratória .....	32
2.6.2 Temperatura da superfície do pelame .....	35
2.7 Sombreamento.....	36
<b>3 Metodologia</b> .....	<b>39</b>
3.1 Comportamento em pastejo.....	42
3.2 Respostas fisiológicas.....	43
3.3 Avaliação da forragem .....	43
3.4 Índices de conforto térmico .....	44
3.5 Análise estatística .....	47
<b>4 Resultados e discussão</b> .....	<b>48</b>
4.1 Atividade de pastejo.....	48
4.2 Atividade de ruminação.....	51
4.3 Outras atividades .....	53
4.4 Procura pela água.....	56
4.5 Respostas fisiológicas.....	58
<b>5 Conclusões</b> .....	<b>65</b>
<b>6 Considerações finais</b> .....	<b>66</b>
<b>Referências</b> .....	<b>67</b>
<b>Apêndices</b> .....	<b>85</b>



## **1 Introdução**

O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos complexos que atuam de forma direta e contínua sobre o animal que, frente às alterações nas condições ambientais, mantem-se em constante adaptação (PEREIRA, 2005).

A predominância do clima tropical e subtropical caracterizando o território nacional é uma preocupação na produção de bovinos de leite em pastagens, uma vez que a maioria das raças utilizadas foi selecionada em regiões temperadas, dificultando sua adaptação às condições do clima brasileiro, principalmente pelas altas temperaturas (AZEVEDO et al., 2005).

O estresse pelo calor é um dos principais limitantes à produção animal. Ele compromete a capacidade do animal em dissipar calor para o ambiente, provocando alterações comportamentais e fisiológicas para manter sua temperatura corporal dentro da chamada zona de conforto térmico (COLLIER et al., 2006) e conseqüentemente seu bem-estar (BROOM & MOLENTO, 2004).

As principais alterações comportamentais frente ao estresse pelo calor são: redução do tempo de pastejo diurno e de ruminação, aumento do tempo de pastejo noturno, do tempo de ócio e do consumo de água, interligados a busca pela sombra (SILVA et al, 2009), respostas que comprometem a obtenção de nutrientes necessários à manutenção e produção (FERREIRA et al., 2006).

Fisiologicamente, além de inúmeras outras alterações, ocorre aumento na temperatura de superfície do pelame, que abaixo de 35°C indica eficiência nas trocas de calor do animal com o meio (COLLIER et al., 2006). Entretanto, o primeiro sinal visível em resposta ao estresse pelo calor é o aumento na frequência respiratória (BACCARI JÚNIOR, 2001), que tem sido utilizada para identifica-lo em virtude da facilidade de mensuração e da rápida resposta às alterações climáticas (MARTELLO, 2006; SILVA et al., 2007).

Como forma de minimizar os efeitos do clima e proporcionar melhor conforto térmico e bem-estar aos animais criados em pastagens, o fornecimento de sombra e água é de extrema importância para manter ambiente térmico adequado (MARQUES et al., 2007). Para Conceição (2008), este benefício pode reduzir em até 30% a carga térmica radiante, favorecendo a regulação da temperatura pela melhor perda de calor corporal.

Tão importante quanto proporcionar conforto térmico aos animais na pastagem, é quantificá-lo. Daí a importância do uso de índices que quantifiquem o grau de estresse que o ambiente possa estar causando (MADER et al., 2010).

Assim, para estimar o conforto térmico de bovinos criados a pasto, foi desenvolvido o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR), gerados a partir da temperatura do globo negro (TGN), a qual combina os efeitos da temperatura e da umidade do ar, da velocidade do vento e da energia térmica procedente em todas as direções possíveis (ESMAY, 1982); BUFFINGTON et al., 1981).

Com tudo, estudos específicos sobre a raça Jersey em relação ao tema abordado ainda são escassos, principalmente na recria de novilhas, a qual, na maior parte das fazendas, é a base de pastagens, mesmo quando as vacas em produção são confinadas (CONCEIÇÃO, 2008).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar as respostas comportamentais, fisiológicas e de desempenho, de novilhas Jersey, em pastejo de milheto sem e com acesso à sombra.

## **2 Revisão de Literatura**

### **2.1 Clima e produção animal**

A intensificação e aumento no número de pesquisas em bem-estar animal, a fim de reduzir as perdas econômicas na pecuária, decorrem das mudanças climáticas dos últimos anos, principalmente em termos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar, responsáveis à redução no desempenho animal (SOUZA et al., 2010).

O clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos, de natureza complexa que causam, de forma isolada ou conjunta, desconforto ao animal, que o obriga a adotar medidas fisiológicas e comportamentais para revertê-lo onerando a produção, sendo, fator regulador da exploração animal (PEREIRA, 2005).

Indiretamente, o clima age sobre a pecuária pelas sazonalidades na produção forrageira, que determina sua qualidade e quantidade disponível (YOKOYAMA et al., 1999), além de influenciar da mesma forma a sanidade animal, com a criação de condições favoráveis ao aumento da população dos parasitos (FERREIRA 2004).

Diretamente o clima atua sobre o animal, em especial naqueles criados em pastagens que, pela exposição constante aos raios solares, estão em constante adaptação às condições ambientais, sobretudo em locais e períodos mais quentes, o que pode resultar em permanente estado de estresse térmico pelo calor (DEITENBACH et al., 2008).

Segundo Porcionatto et al. (2009), quanto mais intenso for o estresse térmico, menor será a produção de leite, pela inibição do centro do apetite localizado no hipotálamo, que reduzirá a ingestão de alimento, e pela energia despendida para eliminar o excesso de calor corporal, acarretando em decréscimo de 17% para vacas de 15kg de leite/dia e de 22% para vacas de 40kg de leite/dia.

Mesmo dentro de uma mesma região, de maior ou menor amplitude, há diversidade climática, podendo uma propriedade somente, pela combinação de muitos fatores climáticos, criar uma zona climática específica e possuir seu próprio microclima (BERNARDI E PATIÑO, 2001; SIQUEIRA et al., 2005).

A presença de sombra natural, locais com lama, orientação do telhado de galpões e outras construções, podem contribuir a criação de microclimas (BERNARDI E PATIÑO, 2001). Assim, adequar o sistema produtivo às peculiaridades de cada local e região é fundamental, pois reflete em melhor ou pior exploração e eficiência da pecuária (TEIXEIRA, 2000).

O uso de elementos que propiciam melhorias das condições ambientais das instalações (ventiladores, nebulizadores, chuveiro em sala de espera) (NÄÄS e ACARARO Jr., 2001; SILVA et al., 2002) e do ambiente pastoril com sombra (RODRIGUES et al. 2010), favorece a criação de microclima promovedor de bem-estar e resposta positiva de produção de leite.

Dentre os meios físicos com que o animal se relaciona, isoladamente, a temperatura do ar é o mais importante (McDOWELL, 1972). Para Marin et al (2008), a quantidade de nuvens, poeira, poluição, vento e quantidade de vapor de água, são as condições atmosféricas que a influenciam. A temperatura bruta depende da radiação solar incidente entre uma estação e outra, do ângulo do sol e das características atmosféricas (PEREIRA, 2005).

A temperatura do ambiente que circunda o animal influencia sua temperatura corporal e determina a eficiência em dissipar calor. Para isto, deve-se considerar a variação diurna e a estacional, além de que, a cada variação de 100m na altitude, há variação de 0,65°C na temperatura do ar (BERNARDI E PATIÑO, 2001).

Embora a temperatura do ar seja considerada de maior relevância sobre a produção animal, seus efeitos são dependentes do nível de umidade do ar (SILVA, 2000). A umidade do ar é descrita como a quantidade de vapor de água contido na atmosfera, seja na forma líquida ou sólida (MARIN et al., 2008).

A umidade do ar absoluta é a relação entre a massa de vapor e o volume de ar, enquanto a umidade relativa é a relação entre a quantidade de vapor existente no ar e a quantidade que existiria se o mesmo estivesse saturado na mesma temperatura (PEREIRA, 2005).

Quando da umidade relativa do ar está alta, diminui a perda de calor do animal para o meio, comprometendo o equilíbrio térmico, além de poder aumentar a

incidência de agentes vetores (SILVA, 2000). Quando está baixa, causa desidratação e irritação na pele e mucosas predispondo o animal a várias patologias (STARLING et al., 2002).

O resfriamento do corpo do animal por evaporação do suor da pele e pelo trato respiratório é altamente dependente da umidade relativa do ar, principalmente quando a temperatura supera os limites de conforto térmico, passando a ter importância fundamental nos mecanismos de dissipação de calor (PEREIRA, 2005; PIRES & CAMPOS, 2008).

Segundo Sampaio et al. (2004), umidade relativa do ar entre 55 e 70%, é desejável nas horas mais quentes do dia, quando o animal dispõe de processos evaporativos para perda de calor.

A radiação solar em suas três formas, raios ultravioletas, raios luminosos e raios infravermelhos, é energia emitida pelo sol e fonte de fenômenos meteorológicos (PEREIRA, 2005).

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).

Os raios ultravioletas, conhecidos pelo seu aumento devido a diminuição da camada de ozônio e problemas na pele quando em excesso, tem destaque pela sua importância na fotossíntese, poder germicida, fixação de cálcio e síntese de vitamina "D" (SILVA, 2008).

Os raios luminosos estão na faixa de comprimento de onda entre o ultravioleta e o infravermelho, sendo no espectro de luz conhecida como luz visível, e influencia os animais nos seus ciclos circadianos. Os raios infravermelhos (térmico) variam de intensidade com a posição do sol, menor quando o sol encontra-se no horizonte, e maior quando o sol está perpendicular a este (MARIN et al., 2008).

Nas três formas, quando a radiação solar incide na superfície da pele dos animais, é absorvida, quase que totalmente na forma de calor, em intensidades variadas, que dependem, principalmente, da pigmentação do pelo e da pele, dentre outras características da epiderme (FERREIRA, 2010). A temperatura corporal do animal exposto aos raios solares pode aumentar até 10°C acima da temperatura do ar (BERNARDI E PATIÑO, 2001).

A velocidade com que o ar se move sobre a pele do animal, possibilita maior ou menor perda de calor pelo mesmo. As trocas por convecção ocorrem notadamente quando a temperatura do ar é mais baixa que a do animal. Porém, quando a umidade é alta, o vento retira a umidade da pele do animal e facilita a perda de calor por evaporação (PEREIRA, 2005). O mesmo autor supõe que a velocidade do vento mais adequada para termorregulação de bovinos seja de 5 a 8km/hora.

A direção, a velocidade e a fonte dos ventos podem ter significados importantes nas temperaturas observadas (VIANA, 1999). Estudos de Carvalho et al. (2004) e Darcan & Güney (2008), ressaltam a importância da movimentação do ar, seja por ventilação natural ou artificial, na tentativa de reduzir a carga térmica e melhorar o conforto térmico dos animais de produção.

Dessa forma, conhecer e identificar os fatores do meio que interferem na vida produtiva do animal, bem como suas respostas comportamentais e fisiológicas permite rápidas adequações e ajustes nos sistemas de produção, possibilitando sustentabilidade e viabilidade econômica (SILVA et al., 2006).

## **2.2 Bem-estar e estresse**

O bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (BROOM, 1986), o qual varia em escala e pode ser bom ou ruim; entretanto, em ambos os casos, além das mensurações diretas do estado do animal, devem ser feitas tentativas de se medir os sentimentos inerentes em cada (BROOM e MOLENTO, 2004).

Algumas medidas são mais relevantes aos problemas de curto prazo, tais como aquelas associadas ao manejo ou a um período breve de condições físicas adversas, enquanto outras são mais apropriadas a problemas de longo prazo (BROOM e ZANELLA, 2004).

Alguns sinais de bem-estar precário são evidenciados por mensurações fisiológicas, porém, devem ser interpretados com cuidado, pois algumas alterações fisiológicas podem indicar estado pré-patológico (MOBERG, 1985).

Mensurações do comportamento têm igual valor na avaliação do bem-estar. Quanto mais forte a reação de esquiva de um objeto ou evento, mais pobre será o bem-estar animal na presença destes. Se apesar de tentativas repetidas o animal

permanecer impossibilitado de realizar a ação preferida, será considerado como tendo bem-estar mais pobre que outro não impedido da ação (BROOM e MOLENTO, 2004).

Existem diversas abordagens para avaliar o bem-estar animal, sendo um dos principais indicadores a ausência de estresse. O estresse é um sintoma consequente da exposição do indivíduo a um ambiente hostil, que sobrecarrega seus sistemas de controle e reduz sua adaptação, ou parece ter potencial para tanto (BROOM, 1993).

Segundo Ferro et al (2010), os agentes estressores podem ser de natureza mecânica (traumatismos), físicas (calor ou frio), químicas (drogas) e biológicas (fatores nutricionais, parasitas, agentes infecciosos).

As medidas fisiológicas associadas ao estresse são baseadas no fato de que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os indicadores comportamentais estão relacionados especialmente na ocorrência de comportamentos anormais, que se afastam do ambiente natural (FRASER et al., 1975).

O estresse é produto da Síndrome Geral de Adaptação (GAS), descrita por Selye (1956) como a interação entre o estímulo (agente estressor) e as respostas a esse estímulo, as quais são consideradas reações não específicas do organismo, por não ser sempre o mesmo agente causador do estresse. A GAS classifica o estresse em três fases sucessivas: fase de alarme (luta ou fuga); fase de adaptação ou resistência e fase de exaustão.

O modelo de estresse animal desenvolvido por Moberg (2000) sugere resposta biológica à ação a partir de três estágios: 1) reconhecimento de um estímulo estressante; 2) defesa biológica contra o estímulo estressante; e, 3) consequências da resposta ao estresse.

O efeito do estresse começa com a percepção de ameaça potencial (estímulo estressante) à homeostase pelo sistema nervoso central. Percebida a ameaça, o organismo desencadeia uma série de respostas de defesa que combinam a resposta do comportamento, resposta do sistema nervoso autônomo, resposta do sistema neuroendócrino e resposta imunológica (MOBERG, 2000).

Sem sombra de dúvidas, para a bovinocultura leiteira do Rio Grande do Sul o agente estressor que altera significativamente o bem-estar dos animais é o clima. Isto se dá pelo sistema de produção característico do estado ser à base de pastagens, que mantém os animais a mercê das oscilações climáticas por longos

períodos do dia. Este estresse pode ser causado, principalmente, pelo frio ou calor, e receber o nome de estresse térmico.

O estresse térmico pelo calor ocorre quando o calor produzido pelo metabolismo animal (termogênese) somado ao calor ambiental (temperatura, umidade e radiação solar), não é dissipado pelo mesmo para o meio (termólise), gerando prejuízo ao seu rendimento, fazendo-se necessário o uso de mecanismos capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o ambiente (MACHADO, 1998; PIRES & CAMPOS, 2011).

### **2.3 Conforto térmico e termorregulação**

O conforto térmico traduz situação de balanço térmico nulo, ou seja, o animal mantém a temperatura corporal em equilíbrio, onde o calor produzido pelo organismo do animal, somado ao calor ganho do ambiente é igual ao calor perdido para o mesmo ambiente, através da condução, da radiação, da convecção, da evaporação e nas substâncias corporais eliminadas (SILVA, 1998; RODRIGUES, 2006).

Em outras palavras, o conforto térmico animal define-se como o intervalo de temperatura em que não há o mínimo esforço dos sistemas termorreguladores para manter homeotermia (FERRO et al., 2010).

Neste contexto, a saúde, produtividade e a atividade reprodutiva não são comprometidas, visto que não há desgaste dos processos fisiológicos (MARTELLO et al. 2004), seno este intervalo denominado de zona de conforto térmico (ZCT) ou termoneutra ou zona de indiferença térmica (BAÊTA e SOUZA, 1997).

A zona de conforto térmico (ZCT) é delimitada pelas temperaturas crítica superior (TCS) e crítica inferior (TCI), ótimas para a produção. Quando um animal está submetido a temperatura abaixo da TCI, está em estresse por frio, já, quando de temperatura acima da TCS, ocorre estresse por calor (SILVA, 2000).

Baêta e Souza (1997), em termos gerais, citaram limite de ZCT entre  $-1$  e  $16^{\circ}\text{C}$  para bovinos europeus adultos, entre  $10$  e  $27^{\circ}\text{C}$  para zebuínos adultos e entre  $18$  e  $21^{\circ}\text{C}$  para bovinos recém-nascidos. Para novilhas leiteiras, Nääs (1998) apresenta como faixa de conforto temperaturas entre  $10^{\circ}\text{C}$  e  $26^{\circ}\text{C}$  com umidade relativa do ar entre 50 e 75%.



Baccari Jr. et al. (1983), citados por Silva (2000), encontraram perdas na taxa de crescimento de novilhas em condições de estresse térmico, por cinco semanas, o que foi revertido quando os animais foram transferidos para ambientes com temperatura de 20°C, considerada pelos autores como termoneutra.

Segundo Martello (2002), para o período de lactação, os limites ideais de temperatura ficaram em torno de 4 a 24°C, havendo restrição para o limite entre 7 e 21°C devido à ação da radiação solar e da umidade relativa do ar. Já para Pires et al. (1999), as temperaturas que oferecem máxima eficiência para produção e reprodução de raças leiteiras estão entre 10 a 20°C.

Não há valores rígidos para a zona de conforto térmico, porém se reconhece que as variações ocorrem por múltiplos fatores como: idade, raça, indivíduo dentro da raça, peso, estado fisiológico, condição nutricional e fatores ambientais diversos (PEREIRA, 2005).

As raças taurinas europeias foram selecionadas, ao longo de centenas de anos, para produzirem e reproduzirem em condições de clima temperado e por isso, estão fisiológica e geneticamente adaptadas para este ambiente climático. Temperatura média mensal inferior a 20°C e umidade relativa do ar entre 50 e 80% parecem ser mais compatíveis com estes germoplasmas (PEREIRA, 2005).

Porém, há notáveis diferenças entre raças. Animais da raça Jersey, passam a sofrer estresse pelo calor quando a temperatura ambiente atinge 27°C, sendo o consumo de alimento e produção afetados quando esta se encontra entre 27 e 29°C. O gado holandês sofre com o mesmo estresse a partir de 21°C, e a queda no consumo e produção ocorre entre 24 e 26°C (PIRES, 2006).

Para manter-se em conforto térmico, ou dentro da zona de termoneutralidade, os bovinos lançam mão de sua capacidade de termorregulação, que nada mais é do que o controle dos estados químicos e funcionais internos do organismo frente às flutuações do ambiente externo (McFARLAND, 1999).

Esse equilíbrio dinâmico é denominado de homeostase, sendo esta importante função para que a espécie possa viver em condições ambientais variadas (SILVA, 2000). A homeostase aparece como prioridade no metabolismo do animal frente a outras funções produtivas, como, por exemplo, a lactação (BACCARI JUNIOR, 2001).

A termorregulação refere-se especificamente à capacidade do animal de manter a temperatura corporal estável. A habilidade de regular a temperatura interna

é uma adaptação evolutiva que permite aos animais homeotermos minimizar problemas provenientes da variação de temperatura ambiente (SILANIKOVE, 2000).

Quando há mudanças orgânicas fisiológicas com o intuito de controlar o estresse pelo calor, a termorregulação é fisiológica. Quando os animais utilizam métodos comportamentais para equilibrar sua temperatura, como, por exemplo, abrigar-se à sombra, a termorregulação é comportamental (SOUZA e BATISTA, 2012).

O sistema nervoso autônomo e o sistema endócrino são os responsáveis em conjunto pela termorregulação, os quais, sob temperaturas elevadas, enviam mensagens através das células termorreceptoras periféricas do calor ao hipotálamo anterior, que processa e responde determinando ajustes funcionais e normas de conduta para dissipar calor para o meio (FERREIRA, 2010).

Como fenômenos físicos, a dissipação de calor ocorre por condução, convecção e ou radiação, quando há gradiente (ou diferença) de temperatura entre o animal e o ambiente (fluxo de calor sensível), ou por evaporação, quando há gradiente de pressão de vapor de água (fluxo de calor latente) (PEREIRA, 2005).

A condução ocorre pela transferência de calor pelo contato direto, através de superfícies, de substâncias sólidas e/ou líquidas, entre regiões com temperaturas diferentes. Pode ocorrer entre tecidos ou entre o corpo e um objeto externo, como o chão ou a água. A condução do calor pode ser reduzida pelo isolamento ocasionado por camadas de gordura do corpo e pela camada de ar contida na pelagem da superfície corporal (PAES LEME et al., 2005).

Convecção é a perda de calor que ocorre como resultado da circulação do sangue aquecido vindo do interior do corpo para os tecidos mais frios da superfície, potencializada principalmente pela passagem de ar frio através da pelagem do animal (CUNNINGHAM, 2008).

A troca de calor por radiação ocorre no vácuo. Dessa maneira, os animais ganham e perdem calor dependendo da diferença de temperatura existente entre estes e todo o ambiente que o envolve, com ação direta dos raios solares e pela reflexão dos raios solares do solo e das instalações para o animal (PAES LEME et al., 2005).

A evaporação ocorre quando a temperatura do ar excede a temperatura do corpo do animal, e, se a umidade também estiver alta, diminuirá a perda evaporativa por transpiração e aumentará pela respiração. O animal ofegante aumenta a taxa

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

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, que podem chegar a 80% da perda de calor, quando o animal se encontra acima da zona de conforto (SILVA, 2000).

O grau de troca de calor do animal e o meio em que vive dependem, em parte, da extensão da superfície do corpo, resultante da taxa metabólica do animal, e é expressa em quilocaloria por metro quadrado (Kcal/m<sup>2</sup>) de superfície corporal por hora. Quanto maior a superfície maior a troca de calor (McDOWELL et al, 1954).

Assim a relação massa:superfície tem grande importância na perda de calor. Quanto maior a massa corporal, menor será a superfície de contato proporcionalmente. Quanto menor for o animal, maior será a área de exposição para perda de calor, em relação ao núcleo central que possui maior calor devido ao metabolismo. Assim, animais maiores têm maior dificuldade em perder calor que indivíduos menores (MÜLLER, 1989).

## **2.4 Índices de conforto térmico**

Como mencionado, o ambiente de criação animal, principalmente em sistemas pastoris, é influenciado direta e indiretamente pela temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e pela velocidade do vento. Assim, a caracterização destes ambientes quando a sua adequação ao conforto térmico animal não é das mais fáceis.

Por este motivo foram desenvolvidos índices de conforto térmico com o intuito de quantificar as zonas de conforto adequadas às diferentes espécies animais, apresentando em uma única variável, tanto os fatores climáticos como o grau de estresse que tal ambiente possa estar causando (CLARK, 1981).

Em 1958, Thom desenvolveu o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), levando em consideração as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido ou a temperatura do ponto de orvalho para relação com o desempenho produtivo dos animais (FERREIRA, 2005). BAËTA e SOUZA (1997) constataram que

as desvantagens do ITU são a insensibilidade a pequenas mudanças de umidade relativa e a pequena faixa de desconforto.

Para ARMSTRONG (1994), o estresse térmico de acordo com a variação de ITU é classificado para vacas leiteiras em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). Já Pires et al. (1999) observaram que um ITU acima de 72 já define situação de estresse calórico para vacas de alta produção.

Em 1932, Vernon propôs a utilização de um globo oco, pintado de preto fosco, com termômetro colocado em seu interior para medir a temperatura interna do mesmo, criando assim a temperatura de globo negro (TGN).

A temperatura indicada representaria, em um único valor, os efeitos combinados da temperatura do ar, da velocidade do vento e da energia térmica procedente do meio em todas as direções possíveis, a partir do qual pode concluir o nível de conforto térmico proporcionado por um dado ambiente (SILVA, 2000).

Segundo o mesmo autor, quando o globo negro ou termômetro de globo negro, é exposto ao ambiente, troca energia térmica na forma sensível com o mesmo, através de mecanismos de radiação e convecção, até que essa troca atinja equilíbrio entre o ganho de calor e o calor dissipado.

Mota (2001) estabelece que a faixa de TGN de 7 a 26°C é considerada ótima, de 27 a 34°C é regular e acima de 35°C é crítica.

Para animais criados e expostos a radiação solar direta e indireta, Buffington et al. (1981) desenvolveu o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), que em seu cálculo considera a temperatura do globo negro em substituição a temperatura de bulbo seco na fórmula do ITU. Assim, segundo os mesmos autores, o ITGU torna-se indicador de conforto térmico mais acurado que o ITU.

Os valores de ITGU segundo a classificação da *NATIONAL WEATHER SERVICE*, até 74 indica condição de conforto, entre 75 e 78 situação de alerta, de 79 a 84, situação perigosa e acima de 84, emergência (BAËTA, 1985; SOUZA et al., 2002). Baccari Jr (1998) cita que a produção de leite apresenta correlação mais alta com o ITGU do que com o ITU.

Estudando os benefícios do sombreamento em vacas leiteiras, Roman-Ponce et al. (1977) verificaram que a temperatura de globo negro diferiu entre os ambientes sombra e sol (28,4°C contra 36,7°C). A produção de leite foi elevada em 10,7% (16,6kg contra 15,0kg).

No entanto, 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, de até 76 para ITU e a até de 78 para valores de ITGU, e questiona a utilização dos destes limites para as condições brasileiras.

A carga térmica radiante do ambiente (CTR) é a radiação eletromagnética total recebida por um corpo, sendo, portanto dos principais componentes do balanço energético do animal (PEREIRA, 2005). Para que seja determinada a CTR do 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 (MELLACE, 2009).

Pode-se determinar a temperatura média radiante de forma simplificada, utilizando-se a temperatura do globo negro, ou globo de Vernon, o qual apresenta vantagens em relação a outros instrumentos de medida de radiação solar, pois, além de integrar parâmetros complexos de radiação, expressa o resultado em unidade de temperatura (ESMAY, 1982; SILVA, 2000).

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 (CONCEIÇÃO, 2008).

## **2.5 Respostas comportamentais**

A primeira resposta biológica ao estresse é comportamental, por ser a mais econômica a ser realizada pelo animal. Em alguns casos, mudanças nos padrões do comportamento são as únicas indicações de que o estresse está presente (PIRES, 1998), e o simples fato de se afastar de seu estímulo estressor, pode ser eficaz no controle da situação de estresse (PETERS et al., 2007).

Desse modo, em situação de estresse pelo calor, e havendo disponibilidade de local sombreado, por exemplo, os bovinos irão procura-lo, da mesma forma que local com disponibilidade de água, além de ajustar sua orientação em relação ao sol e/ou ao vento a fim de reduzir a produção de calor ou promover sua perda, evitando

estoque adicional de calor corporal (PERERA et al., 1986; BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994; KENDAL et al., 2006; TITTO, 2006).

Paes Leme et al. (2005) demonstraram haver aumento significativo no tempo que vacas leiteiras permanecem à sombra durante o verão, quando lhes é proporcionado livre acesso a áreas sombreadas. Além disto, Pires (1997) verificaram que estes animais permaneceram mais tempo em pé e aumentaram o número de visitas ao comedouro, durante o verão.

O comportamento animal é de cunho fenotípico, que envolve ou não vocalização, socializações, ações de sobrevivência, entre outras (DAMASCENO et al., 1999), as quais são usadas como adaptação ao meio estressor e parâmetro para medir o conforto e o bem-estar, porém, os aspectos mais estudados relacionados a estes são as atividades de pastejo (alimentação), ruminação e ócio (descanso) (CAMARGO, 1988; PIRES et al., 2002).

O comportamento alimentar é fortemente afetado pelo clima. A redução no consumo de alimentos é maior quanto mais intenso for o estresse pelo calor, devido principalmente à inibição do centro do apetite localizado no hipotálamo, resultante da hipertermia corporal (BACCARI JR., 2001).

O estresse pelo calor faz com que o animal reduza o número de refeições diárias, a duração das refeições e a taxa de consumo de matéria seca (ALBRIGHT, 1993). Geralmente o consumo diminui quando a temperatura ultrapassa 26°C, ocorrendo alteração dos hábitos alimentares (BEEDE & COLLIER, 1986).

Hafez (1973) afirma que os bovinos pastejam de 4 a 5 períodos a cada 24 horas, de acordo com a localidade geográfica. O padrão diário de consumo dos bovinos é bem característico, com dois momentos principais: início da manhã e final da tarde, de maneira mais contínua, além de dois períodos menores, no meio da manhã e começo da tarde (CAMARGO, 1988; FRASER & BROOM 1997).

Fraser & Broom (1997) e Silanikove (2000) acrescentam que hábitos diurnos de alimentação são característicos do comportamento ingestivo de bovinos, sendo que a atividade de pastejo ocupa entre 6 e 12 horas; entretanto, a proporção de pastejo diurno e noturno é afetada pelo clima quente, onde o pastejo noturno é mais frequente, quando as temperaturas são mais amenas.

Damasceno et al. (1999), estudando as respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso a sombra constante ou limitada, verificaram que os animais

alimentaram-se mais no período noturno, evitando a ingestão entre as 6:30 e 17:00 horas.

Além disso, estes autores observaram que nas pastagens sem sombra, os animais apresentaram sintomas de estresse pelo calor manifestado por movimentação excessiva, agrupamento nos extremos do piquete, ingestão frequente de água e descanso na posição em pé.

Usualmente, logo após cada período de pastejo ocorre a ruminação, que ocupa de 6 a 8 horas diárias com variações entre 4 e 9 horas, divididas entre 15 e 20 períodos, sendo a maior parte realizada à noite (VAN SOEST, 1994).

As vacas preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo (ALBRIGHT & STRICKLIN, 1989). Em temperaturas elevadas os animais passam a ruminar mais tempo em pé, devido ao estresse pelo calor (DAMASCENO et al., 1999).

Os estímulos da ruminação podem permitir o descanso fisiológico e a recuperação física, normalmente providenciada pelo sono profundo em outras espécies, uma vez que as vacas gastam bem menos tempo dormindo (ALBRIGHT, 1987; COE et al., 1990).

O fato de o animal não estar comendo, ruminando ou ingerindo água, caracteriza a atividade de ócio, que apresenta duração média de 10 horas diárias. (ALBRIGHT, 1993), com variações entre 9 e 12 horas (Orr et al., 2001).

De acordo com Camargo (1988), os animais em ócio preferem permanecer em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite, mantem-se deitados. No verão os animais substituem as atividades de pastejo (ingestão de alimento) e ruminação pelo ócio, numa tentativa de reduzir a produção de calor metabólico (COSTA, 1985).

No entanto, durante os horários mais quentes do dia os bovinos preferem ruminar ou permanecer em ócio ao invés de alimentar-se (FRASER & BROOM 1997), pois procuram sombra nesses horários, permanecendo deitados (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994).

Mellace (2009), avaliando a eficiência de diferentes áreas (m<sup>2</sup>/animal) de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras (Holandês/Jersey) criadas a pasto, observaram que, a maior procura por sombra ocorreu nos horários mais quentes do dia, entre 12:00 e 14:00 horas.

Ao avaliar a preferência de vacas leiteiras por sombra com diferentes níveis de proteção contra a radiação solar, Schütz et al. (2009) observaram que, com o aumento da radiação solar, aumentou a permanência dos animais à sombra.

Em regiões quentes, a existência de sombra nas pastagens influencia positivamente os hábitos de pastejo dos animais (DALY, 1984), garantindo distribuição mais apropriada do tempo de ruminação e ócio.

Deve-se considerar que, em condições de estresse calórico, além de alterações no consumo de alimentos, ocorre também aumento na ingestão de água (PERISSINOTTO et al., 2005), com evidências de que ocorra principalmente nas primeiras horas da manhã e final da tarde (HEDLUND & ROLLS, 1977; MONTY JUNIOR & GARBARENO, 1978).

A ingestão de água como mecanismo de combate ao estresse pelo calor visa à reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de possível resfriamento corporal através do contato da água, mais fria que o corpo, com as mucosas do trato digestivo. Em condições de estresse calórico, o consumo de água pode aumentar de 50 para 100 litros por dia (TITTO, 1998).

A água, por seu elevado calor específico, pode absorver o calor liberado na reação de queima de carboidratos e gordura; além disso, evapora rapidamente, removendo muitas unidades calóricas do organismo. (SGUIZZARDI, 1979).

A partir de 4°C, o consumo de água obedece taxa crescente e proporcional ao aumento da temperatura ambiente. Este aumento no consumo é esperado até 35°C, sendo deprimido acima deste ponto, em virtude da redução no consumo de alimento (CAMPOS, 2001).

Ray & Roubicek (1971) relataram que em ambientes termoneutros a água foi consumida somente durante o dia, porém o estresse pelo calor aumentou a frequência de ingestão no final da tarde e início da manhã, com pequeno aumento à noite. Nos trabalhos de Hoffman & Self (1973) e Camargo (1988), a frequência de ingestão de água foi maior nas épocas de maiores temperaturas do ar.

Ao contrário das pastagens de clima temperado, as tropicais possibilitam às vacas leiteiras consumo de matéria seca (MS) de 12 a 15kg/vaca/dia, quando ingerem de 60 a 80 litros de água proveniente dessa forragem. Esse consumo involuntário pode suprir grande parte da exigência de água desses animais (CAMPOS, 2001).



Por fim, Hodgson (1990), diz que a maioria dos membros de um grupo de bovinos normalmente segue o mesmo padrão de comportamento, existindo variação maior entre os indivíduos na atividade de ruminção.

Entretanto, fica claro que as alterações dos padrões comportamentais usuais de ingestão de alimentos, de ingestão de água, de postura e de movimentação, são importantes mecanismos adaptativos para reduzir o efeito do calor e manter altos índices produtivos (PIRES et al., 2000).

## **2.6 Respostas fisiológicas**

Como mencionado, a primeira reação e/ou ação ao estresse calórico é comportamental, como em qualquer outra forma de estresse, porém, se essa não for suficiente, reações metabólicas e fisiológicas específicas são iniciadas para que haja a troca de calor (perda) com o ambiente e retorne a homeotermia.

Dessa forma, as reações fisiológicas ao estresse térmico indicam as necessidades termorregulatórias dos animais, o que auxilia na obtenção de parâmetros para a classificação das situações de estresse dos mesmos, entretanto, são mecanismos dinâmicos e complexos, pois envolvem aspectos como idade, condição corporal, nutrição e saúde (HAHN, 1999; CUNNINGHAM, 2008).

### **2.6.1 Frequência respiratória**

Em ambiente quente, a principal via de termólise dos animais é a evaporação, tanto cutânea como respiratória. A vantagem é que não dependem do diferencial de temperatura, como na condução, convecção e radiação, mas sim do diferencial de pressão de vapor entre a atmosfera e a superfície em questão (OLIVEIRA, 2007).

Quando os mecanismos de termorregulação entram em ação, o primeiro sinal fisiológico em resposta ao estresse calórico sofrido pelo animal é a vasodilatação periférica, o segundo é a sudorese e o terceiro é o aumento na frequência respiratória, sendo este o primeiro sinal visível (BACCARI JÚNIOR, 2001; WEST, 2003).

A maioria das espécies de animais homeotermos utiliza a frequência respiratória como meio evaporativo de perda de calor, a fim de manter a homeotermia cada vez que a temperatura ambiente ultrapassa os limites desejáveis

(BROWN-BRANDL et al., 2005). Segundo os autores, a frequência respiratória é indicador mais sensível de estresse calórico do que a temperatura retal.

A frequência respiratória está sujeita a variações intrínsecas originadas pelas respostas aos exercícios físicos, medo, excitação, estado fisiológico, produção de leite entre outros. Já as variações extrínsecas caracterizam-se pelas condições climáticas, estação do ano, hora do dia, densidade e sombreamento (MARAI et al., 1999).

Se o aumento na frequência respiratória ocorre por período curto, caracteriza-se como mecanismo eficiente de dissipar calor, entretanto, se esse passa a ser exigido por período prolongado, pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, proporcionando aumento no calor endógeno devido a atividade muscular (exercício da ofegação) e desvio de energia para outros processos metabólicos (BACCARI JÚNIOR., 2001; MATARAZZO, 2004; ROSSAROLLA, 2007).

Além disso, causa diminuição da pressão parcial de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) no sangue, com conseqüente redução na concentração de ácido carbônico, resultando em alcalose respiratória (BENJAMIN, 1981).

Apesar disto, estas reações são muito eficientes, no entanto, demandam energia, resultando no aumento de manutenção diária de bovinos de leite (7 para 25%) (COLUMBIANO, 2007), além de exigir alta reposição de água (IVANOV, 2006)

Com o objetivo de buscar reação fisiológica capaz de determinar o estresse em novilhos de corte criados a pasto, Brown-Brandl et al. (2005) concluíram que a frequência respiratória foi o melhor indicador, por apresentar pequena ou quase nenhuma defasagem em relação à temperatura ambiente; sofrer alterações sob todas as temperaturas do ar pesquisadas (18°C e 32°C) e ser de fácil monitoração, não dependendo de equipamentos caros para sua determinação.

Eigenberg et al. (2005), comparando as respostas fisiológicas de gado confinado com acesso à sombra ou não acesso à sombra, e Mader et al. (2006), avaliando os níveis de respiração e ofegação de bovinos sob estresse calórico, utilizaram a frequência respiratória como forma não invasiva de determinar o desconforto térmico sentido pelos animais.

Silva et al. (2007), estudando índices de estresse térmico para vacas leiteiras em regiões tropicais, colocam a frequência respiratória como resposta fisiológica determinante no estabelecimento do estado de conforto de bovinos leiteiros.

Não existe consenso sobre a faixa de frequência respiratória indicadora de conforto térmico para bovinos leiteiros, visto que as pesquisas são geralmente realizadas com animais adultos, onde os valores normais em nível de conforto ficam entre 18 a 60mov/min, enquanto a faixa de estresse térmico varia de 44 a 160mov/min (McDOWELL, 1976; HAHN e MADER, 1997; BACCARI JÚNIOR, 2001).

Para Müller (1989), a frequência respiratória dos bovinos, em condições de conforto térmico, é de 23mov/min, podendo chegar até 200mov/min, pois a cada 10°C de aumento na temperatura do ar, os movimentos respiratórios dobram. Berman et al. (1985) encontraram frequências respiratórias de 50 a 60mov/min quando a temperatura ambiente ultrapassou 25°C em condições subtropicais. A frequência respiratória é mais elevada à tarde que pela manhã, ou sob radiação solar direta que à sombra (SALLA, et al, 2009).

De acordo com Hahn e Mader (1997), frequência respiratória em torno de 60mov/min indica animais em situação de conforto térmico ou estresse mínimo, acima de 120mov/min, carga excessiva de calor e acima de 160mov/min, situação de emergência.

Segundo Eigenberg et al. (2003, 2005), frequência respiratória de até 85mov/min, os bovinos estão em conforto térmico, de 85 a 110mov/min, situação de alerta, 110 a 133mov/min em perigo e acima de 133mov/min emergência. Para Gebremedhin et al. (2007), a evidência de que o animal se encontra em situação de estresse calórico, é quando a frequência respiratória atinge de 80 a 90mov/min.

Mas, considerando Silanikove (2000), valores de frequência respiratória de 40 a 60mov/min, caracterizam estresse calórico baixo, de 60 a 80mov/min médio, de 80 a 120mov/min alto e acima de 200mov/min o estresse é classificado como severo.

Conceição (2008), avaliando a influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas cruzadas  $\frac{1}{2}$  Jersey e  $\frac{1}{2}$  Holandesa, em pastagens, relatou que dentre as variáveis fisiológicas estudadas, a frequência respiratória foi a mais interessante para ser utilizada em trabalhos com animais jovens, por apresentar respostas imediatas às alterações do ambiente.

### 2.6.2 Temperatura da superfície do pelame

A temperatura da superfície do pelame é influenciada pela temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, além das condições fisiológicas como vascularização e sudação (FERREIRA et al., 2006).

O pelame dos bovinos (capa externa) é importante nas trocas térmicas entre o organismo e o meio, determinada por duas características: pigmentação e espessura da pele, além de servir de proteção mecânica e barreira contra a radiação solar (SILVA, 2000).

Esta capa externa é constituída pela pele e seus anexos (pelos, lã, glândulas sudoríparas) que, dependendo da época e das condições ambientais, alteram suas características (derme e epiderme) para potencializar os efeitos termorregulatórios (SILVA, 2000).

As variações na coloração da pele são controladas geneticamente pela quantidade de melanina na mesma. Pele pigmentada de preto, absorve totalmente os raios ultravioletas, ao contrario das despigmentadas, sujeitas a danos por fotossensibilidade e queimaduras (HILLMAN et al., 2005).

Silva et al. (1988) observaram que, em animais da raça Holandesa, a epiderme sob as áreas brancas apresentava queimaduras intensas, enquanto as vacas predominantemente pretas, pastejavam mais tempo ao sol nas horas mais quentes do dia.

Além da cor da pele (pigmentação), a espessura da mesma tem contribuição significativa na dissipação de calor, onde a espessura mais fina proporciona rápida eliminação do excesso de calor corporal, entretanto, não há relação entre a espessura da pele e a evolução adaptativa ao clima tropical, já que existem raças de clima temperado com pele mais fina que os zebuínos (PINHEIRO & SILVA, 2000).

Existe variação da espessura da pele de acordo com a estação do ano, sendo mais fina no verão e mais espessa no inverno (PINHEIRO & SILVA, 2000). Em vacas da raça Jersey, Silva et al. (1988) observaram aumento na espessura do pelame e no comprimento dos pelos durante o inverno e redução no verão.

A maior tolerância ao estresse calórico das raças zebuínas, em comparação as europeias, se da, principalmente, pela grande modulação dos pelos dessas raças. A medula do folículo piloso é a parte central do pelo, e sempre que estiver

presente, será preta. Assim, quanto maior a modulação, maior a proteção. (FERREIRA, 2005).

Neste contexto, a raça Jersey é a exceção, pois apresenta alta modulação, tanto no verão quanto no inverno, bem próxima das zebuínas, o que possivelmente explica o melhor desempenho em ambientes com altas temperaturas (FERREIRA, 2005).

Os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele por radiação, condução e convecção, ou seja, perda de calor sensível (CUNNINGHAM, 2008), onde os principais componentes anatômicos responsáveis por estas trocas são os pelos, tecido adiposo e vasos sanguíneos periféricos, pouco influentes nas trocas latentes (evaporação) (BAÊTA E SOUZA, 1997).

A mensuração da temperatura de pelame é de fácil execução, em razão de que não há a necessidade de conter o animal, permitindo ser realizada a distância, além de ser um método não invasivo. De acordo com Collier et al. (2006), o uso do termômetro de infravermelho tem sido alternativa, de baixo custo, usada para estimar a temperatura do pelame nestas condições.

Segundo os autores, a temperatura de superfície abaixo de 35°C é o suficiente para que haja trocas térmicas, pois o gradiente entre o pelame e o organismo é grande o bastante para possibilitar perdas de calor entre o núcleo corporal e o pelame, utilizando a condução como um mecanismo eficiente de troca.

De acordo com Martello (2006), valores de temperatura superficial entre 31,6 e 34,7°C não indicam sofrimento por estresse térmico em ambientes sombreados e/ou climatizados.

## **2.7 Sombreamento**

Independente do tipo de sistema de produção de leite a ser adotado, a pasto ou em confinamento, os animais respondem melhor em condições ambientais que os favorecem, desta forma, além do método ou manejo a ser adotado para amenizar o estresse calórico nesses sistemas, a escolha de animais adequados e/ou adaptados para cada região deve ser considerado.

Inúmeros trabalhos atestam os efeitos negativos das elevadas temperaturas sobre o crescimento, desenvolvimento, produção de leite, reprodução e susceptibilidade a doenças, bem como redução na taxa metabólica (SILVA, 2000).

Desta forma, diversas modificações no ambiente podem ser introduzidas, visando diminuir a temperatura sobre os animais auxiliando no conforto térmico.

Diante deste contexto, a preocupação com o sombreamento, principalmente, aumenta à medida que é empregado para animais altamente especializados, muito sensíveis às altas temperaturas e criados nos sistemas de produção a pasto, onde as condições ambientais apresentam maior influência sobre os mesmos.

Para Tucker et al. (2008) o efeito benéfico da disponibilidade de sombra para os animais de produção baseia-se na melhoria de suas condições fisiológicas, no comportamento animal e no desempenho produtivo, percebendo-se diferenças mais acentuadas nestas variáveis quanto menor for a tolerância dos animais às elevadas temperaturas.

Em condições de livre escolha, normalmente os bovinos preferem a sombra das árvores às estruturas artificiais (PEREIRA, 2005), pois promovem o bloqueio da radiação solar e circulação do ar, devido à evaporação oriunda das folhas (BACCARI JÚNIOR, 1998), ao contrário das artificiais que, geralmente, convertem a energia radiante disponível no ambiente em fluxo de calor sensível, com elevação da temperatura do ar (MARIN et al., 2008).

A melhor eficiência das árvores se dá pelo fato das mesmas se utilizarem do calor da radiação solar para a realização da fotossíntese, onde, de toda a radiação recebida por elas, apenas 10 a 25 % retorna ao ambiente, tornando-se mais eficiente em comparação a radiação incidente no interior de instalações com telhados (FERREIRA, 2005).

O sombreamento natural deve ser com plantas de copas densas, não raleadas, de porte e projeção de sombras grandes, conferem boas condições de conforto térmico, pois facilitam a ventilação em função da ascensão do ar quente, tendo o mesmo maior facilidade em se dissipar (ANDRADE et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2007; BARRO et al., 2008; SOARES et al., 2009).

Para a sombra natural, a escolha correta da espécie é fator primordial, devendo levar em consideração, principalmente a adaptação desta a região, dando-se preferência ao plantio de espécies nativas que forneçam boa copa e ventilação, para que ocorra a secagem rápida da área sombreada, evitando acúmulo de água e barro (CARVALHO et al., 2002; COLLIER et al., 2006).

A melhor condição de conforto térmico proporcionada por sombra natural, não diz respeito apenas a presença de árvores nos piquetes, mas sim à disposição da

distribuição destas árvores no ambiente, uma vez, que a formação de pequenos bosques, proporciona melhor condição de conforto aos bovinos do que a presença de árvores com distribuição isolada nas pastagens (CARVALHO et al., 2002).

Carvalho e Olivo (1996) 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 frequência respiratória.

### 3 Metodologia

O estudo foi realizado em área pertencente ao Centro de Recria e Seleção de Bovinos da Raça Jersey (CERTON), da Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, dentro do convênio EMBRAPA/UFPEL. Situada aproximadamente a 4km da Estação Meteorológica da Embrapa/UFPEL e localizada a 31°52'00" Sul e 52°21'24" Oeste e 13,24m de altitude, pertence a região de clima subtropical úmido (Cfa segundo Köppen), com verões quentes, apresentando temperaturas médias de 17,8°C, com mínima absoluta de -3,0°C e máxima absoluta de 39,6°C (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EMBRAPA/UFPEL, 2009). O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008).

O experimento foi realizado em janeiro/fevereiro de 2014, período mais crítico do verão para a região (Tabela 1) (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EMBRAPA/UFPEL).

Tabela 1 – Valores médios das variáveis climáticas e das normais climatológicas referentes ao período experimental (Capão do Leão-RS).

Variáveis climáticas	Médias	
	Normais	Período experimental
TM (°C)	28,3	31,2
Tm (°C)	19,2	21,6
UR (%)	78,0	80,1
PR (mm)	48,3	6,4
VM (m/s)	3,9	2,7
RS (cal.cm <sup>2</sup> )	481,2	453,7

TM = temperatura média das máximas; Tm = temperatura média das mínimas; UR = umidade relativa do ar; PR = precipitação pluviométrica; VM = velocidade média do vento; RS = radiação solar.

Fonte: Estação Meteorológica EMBRAPA/UFPEL



Foram utilizadas 20 novilhas da raça Jersey, puras de origem, com idade entre 12 e 14 meses e peso corporal médio de  $198,35 \pm 28,7\text{kg}$ , selecionadas a partir de um grupo de 30 animais, descartando os extremos em função do peso e idade. As pesagens foram feitas antes de entrar na área (10/01/14) e ao término do experimento (12/02/14). Os animais foram distribuídos em dois tratamentos, sendo um sem acesso à sombra (SS - fita azul) e outro com acesso à sombra (CS – fita vermelha), em área experimental de 1,96ha subdividida em dois piquetes (0,98ha) (Figura 1).



Figura 1 – Imagem de satélite (Google Earth) da área experimental com as limitação dos piquetes por tratamento.

O tratamento com acesso à sombra (CS) foi constituído por 28 árvores de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), com altura média de 14,6 m, já implantadas no local, dispostas em linha (norte – sul) e espaçamento médio de 2 m entre si (Figura 2).



Figura 2 – Sombra de *Eucalyptus* sp. Do tratamento com acesso à sombra.

Em ambos os tratamentos os animais tinham como base alimentar pastagem de milho (*Penisetum glaucum*), implantada em nov/dez de 2013 (por CERTON), com acesso à água (*ad libitum*) (Figura 3) mantidos em sistema de pastoreio contínuo (sem suplementação), com lotação fixa ajustada para manter massa de forragem entre 2000 e 3000 kg de MS (matéria seca)/ha, o que permite condições de seleção aos animais e crescimento do pasto (MORAES & MARASCHIN, 1988). O período experimental foi de 33 dias, 10/01/2014 a 12/02/2014, com sete dias para adaptação dos animais aos tratamentos.

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas (nº 4921).



Figura 3 – Pastagem de milho (*Penisetum glaucum*) (esquerda) e bebedouro de água (direita).

### 3.1 Comportamento em pastejo

As avaliações de comportamento ingestivo foram realizadas em 17 e 23/01 e 05/02/2014, durante 24 horas (14h às 14h), por duas equipes de trabalho previamente treinadas, através de observação direta, com auxílio de binóculos, em revezamento com intervalos de duas horas. Os animais foram identificados por numeração sequencial (1 a 10) pintada nos flancos (dia anterior), por brincos numerados e por suas diferenças morfológicas individuais (Figura 4).

Foi avaliado o tempo de pastejo, caracterizado pelo envolvimento do animal nas atividades de procura, apreensão, manipulação e mastigação da forragem, o tempo de ruminação (em pé e deitado), equivalente à mastigação da forragem ingerida, identificado por movimentos mandibulares de elevada regularidade, sem movimentos de apreensão e o tempo de ócio (em pé e deitado), que correspondeu a todas as atividades que não se enquadraram em pastejo, ruminação ou em procura pelo bebedouro, também avaliado (adaptado de PENNING & RUTTER, 2004).

O registro das atividades foi realizado a cada 10 minutos marcando no Etograma (APÊNDICE A) a sigla correspondente a cada atividade e suas combinações, a saber: P - Pastejo; R - ruminação; O - ócio; A - água; S - à sombra; p - em pé e d – deitado. Para que cada animal tivesse o mesmo intervalo de avaliação, a cada nova observação, foi respeitada a sequência numérica, sempre iniciando pelo animal número “1” e finalizando pelo número “10”.



Figura 4 – Novilha identificada pela cor correspondente do tratamento (CS) e numeração pintada no flanco.

### 3.2 Respostas fisiológicas

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR) e temperatura da superfície do pelame (TPEL), foram monitorados por conta dos dias de avaliação do comportamento ingestivo (17 e 23/01 e 05/02/2014), às 8:00, 13:00 e 18:00h.

A frequência respiratória foi mensurada por contagem visual dos movimentos respiratórios no flanco do animal, por 15 segundos, e multiplicado por quatro para obter movimentos respiratórios por minuto (mov/min). Sempre que houvesse movimentação do animal durante a contagem, a mesma era interrompida e reiniciada.

A temperatura da superfície de pelame foi obtida por meio de termômetro digital infravermelho marca Incoterm (-60°C a +500°C), com mira laser, distância focal de 12:1, resolução de 0,1°C e precisão de  $\pm 2^\circ\text{C}$  (Figura 5). Foi verificada a temperatura da frente, da costela (oposto ao rúmen), da cernelha, da canela e da virilha (Figura 5), sempre procurando realiza-la a distância de 1m a 2m, sendo o valor final gerado da média das cinco regiões do corpo (adaptado de SOUZA, 2003).

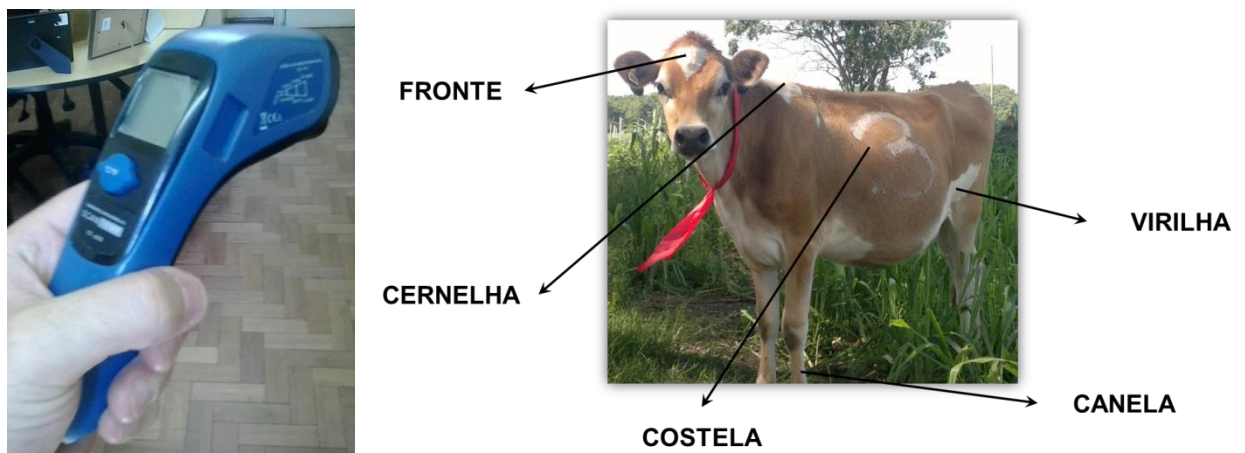


Figura 5 – Termômetro infravermelho (esquerda) e partes do corpo avaliadas (direita).

### 3.3 Avaliação da forragem

A massa de forragem foi obtida usando a técnica de dupla amostragem, em caminhamento zigue-zague, com avaliação a cada 50 passos, sendo realizadas 20 estimativas visuais e cinco cortes rente ao solo, em cada piquete, onde no tratamento com acesso à sombra, algumas coletas foram realizadas próximo às árvores, afim de melhor representar a condição da área.

As coletas foram realizadas com auxílio de tesoura de esquila e quadrado de 0,25m<sup>2</sup>, sendo as amostras colocadas em sacos de papel e levados à estufa de ar forçado a 65°C, por no mínimo 72 horas, resultando no teor de matéria seca da forragem.

Para rendimento de matéria seca e composição botânica da pastagem, em cada piquete foram coletadas cinco amostras representativas com auxílio de tesoura de esquila e quadrado de 0,25m<sup>2</sup>. As amostras foram submetidas à separação botânica manual, quantificando os componentes estruturais em lâmina foliar, colmo + bainha, material morto e inflorescência, os quais foram colocados em sacos de papel, identificados e levados à estufa de ar forçado a 65°C, por no mínimo 72 horas, obtendo-se o teor de MS de cada componente.

Na tabela 2 são apresentadas as principais características produtivas e estruturais da pastagem de milho ao longo do período experimental.

Tabela 2 - Características produtivas e estruturais da pastagem de milho durante o período experimental (Capão do Leão-RS).

Características da pastagem	Avaliações			Média
	10/01	30/01	12/02	
Massa de forragem verde (kg/ha)	16160,0	23236,0	24618,2	21338,1
Massa de forragem seca (kg/ha)	2140,8	3750,4	4874,4	3588,5
Teor de matéria seca (%)	13,3	16,1	19,8	16,4
Folhas (kg/ha de MS)	1497,6	1506,4	918,3	1307,4
Caules (kg/ha de MS)	628,8	1975,2	3633,1	2079,0
Material morto (kg/ha de MS)	14,4	268,8	323,0	202,1
Relação folha/colmo	2,4	0,8	0,3	1,2

Kg/ha – quilogramas por hectare; MS – matéria seca.

### 3.4 Índices de conforto térmico

As variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (ambiente) e umidade relativa do ar, foram registradas por termohigrômetro digital, marca Incoterm, com faixa de medição de temperatura externa de -10°C a 60°C, com precisão:  $\pm 1^\circ\text{C}$  e faixa de medição da umidade de 10 a 99% (precisão:  $\pm 5\%$ ) (Figura 6).

Para mensurar a temperatura de globo negro (TGN) foi confeccionado um globo de polietileno com 15cm de diâmetro, pintado de preto fosco, no qual foi

inserido termômetro (-10 a 110°C), por orifício preenchido com rolha de borracha perfurada no diâmetro de seu tubo, criando aderência e evitando que o mesmo deslizesse para dentro do globo, mantendo seu bulbo ao centro interno do mesmo (Figura 6).

Todos os equipamentos foram instalados a altura a média de 1,5m, sendo no tratamento SS instalados em local ao sol, sem a possibilidade de que qualquer sombra próxima o atingisse. No tratamento CS, foram instalados à sombra, no local mais procurado pelos animais nos horários mais quentes, monitorado diariamente durante o período de adaptação dos mesmos (Figura 6).



Figura 6 – Termohigrômetro e globo negro instalados ao sol (esquerda) e à sombra (direita).

As informações foram coletadas nos dias de avaliação de comportamento ingestivo às 08:00, 13:00, e 18:00h, e utilizadas para determinar o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). O primeiro pela equação proposta por Buffington et al (1981):

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 \times T_{po} + 41,5 \quad (1)$$

onde:

ITGU = índice de temperatura de globo negro e umidade;

T<sub>gn</sub> = temperatura do globo negro (°C);

T<sub>po</sub> = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

A T<sub>po</sub> foi calculada com o software livre GRAPSI 6.1 (MELLO et al., 2004), utilizando-se os dados de umidade relativa do ar registrados no termohigrômetro.

A carga térmica radiante (CTR) foi determinada através das equações propostas por Esmay (1982):

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (2)$$

onde:

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

TRM = temperatura radiante média, obtida por:

$$TRM = 100 \left\{ [2,51(v)^{0,5}(Tgn - Tbs) + \left(\frac{Tgn}{100}\right)^4]^{0,25} \right\} \quad (3)$$

onde:

v = velocidade do vento (m/s);

T<sub>gn</sub> = temperatura de globo negro (K);

T<sub>bs</sub> = temperatura de bulbo seco (K).

Os valores de velocidade média do vento (VM), radiação solar (RS) e precipitação pluviométrica (PR) foram obtidos a partir da Estação Meteorológica EMBRAPA-UFPEL, cujos seus valores, das variáveis climáticas e dos índices de conforto térmico encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Valores das variáveis climáticas e de conforto térmico em ambos os tratamentos em diferentes horas do dia (Capão do Leão-RS).

Horário	Tratamento	Variáveis				
		TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITGU	CTR (W.m <sup>2</sup> )
8:00	Sem Sombra	34,3	51,7	39,7	89,4	658,7
	Com Sombra	29,5	73,0	33,0	83,2	572,7
	Média	31,9	62,3	36,3	86,3	615,7
13:00	Sem Sombra	35,3	47,7	43,3	92,8	740,5
	Com Sombra	32,7	58,0	36,3	86,1	597,7
	Média	34,0	52,8	39,8	89,4	669,1
18:00	Sem Sombra	36,4	42,7	42,7	91,7	697,6
	Com Sombra	34,1	55,7	35,7	85,6	548,7
	Média	35,2	49,2	39,2	88,6	623,1
Média	Sem Sombra	35,3	47,4	41,9	91,3	698,9
	Com Sombra	32,1	62,2	35,0	85,0	573,0

Temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), carga térmica radiante (CTR).

### 3.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições, considerando cada animal como unidade experimental. A análise foi realizada pelo procedimento PROC MIXED do software estatístico SAS® 9.1.3 (2004). O LSMEANS foi utilizado para se obter as médias ajustadas das variáveis e posteriormente efetuadas comparações pelo Teste Tukey a 5% de significância.



## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Atividade de pastejo

Houve diferença significativa entre tratamentos para as variáveis tempo de pastejo total ( $P=0,0012$ ) e tempo de pastejo diurno ( $P=0,0002$ ), com maiores valores no tratamento com sombra. Para a variável tempo de pastejo noturno não houve diferença significativa entre tratamentos ( $P=0,5402$ ) (Tabela 4).

Tabela 4 – Tempo de pastejo (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Pastejo	Tratamentos	
	Sem Sombra	Com Sombra
Total (horas)	8,8 b	9,6 a
Diurno (horas)	5,5 b	6,3 a
Noturno (horas)	3,3 a	3,3 a

Valores com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

A ausência do intervalo para ordenha, provavelmente torne diferente o comportamento em pastejo de novilhas em comparação a fêmeas adultas, porém, os valores da tabela 4 estão dentro do intervalo de tempo de pastejo total para bovinos de leite afirmados por Fraser e Broom (1990) que é de 8 horas, variando entre 4 e 14 horas. Já para Hodgson (1990), tal intervalo situa-se entre 6 e 12 horas.

O maior tempo de pastejo diurno no tratamento com sombra explica-se pela possibilidade dos animais estarem à sombra nas horas mais quentes do dia, proporcionando melhor aproveitamento do pastejo nos horários mais amenos. A figura 7 mostra claramente isto, onde estes animais apresentaram os maiores picos de pastejo das 07:00h às 09:00h e das 15:00h às 18:00h.

Não diferente dos animais do tratamento com sombra, os animais do tratamento sem sombra chegaram a picos de pastejo das 07:00h às 08:00h e das 17:00 às 18:00h, valores inferiores aos primeiros, porém, não desrespeitando o hábito de pastejo crepuscular dos bovinos (ZANINE et al. 2008; 2009).

Silva et al., (2009), estudando os efeitos da disponibilidade de sombra sobre as atividades comportamentais de vacas da raça Pitangueiras, observaram que os maiores tempos de pastejo foram no início da manhã (07:00 às 08:00h) e ao final da tarde (17:00 às 18:00h).

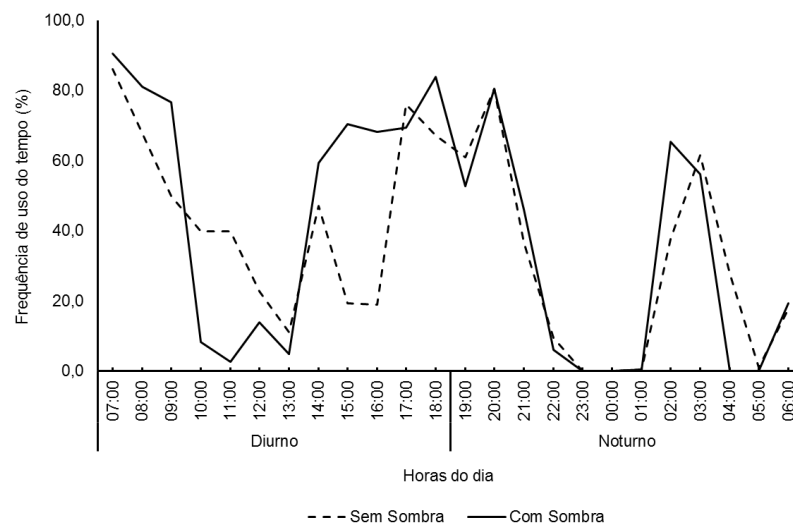


Figura 7 – Frequência de uso do tempo de pastejo (diurno e noturno), realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).

Segundo Fraser & Broom (1997) e Glaser (2003), a atividade de pastejo está diretamente relacionada com a redução no ganho de calor pela digestão e atividade muscular, motivo pelo qual os animais procuram pela sombra nos horários mais quentes do dia, a fim de amenizar o estresse térmico pelo calor.

Apesar de exporem picos de pastejo ao amanhecer e ao entardecer (menores temperaturas), os animais do tratamento sem sombra lançaram mão de estratégia diferente na tentativa de se adaptar as altas temperaturas diurnas, optando por movimentarem-se mais, o que pode ser notado pelo número de estações alimentares visitadas por hora de pastejo (Tabela 5), na qual houve diferença significativa entre tratamentos ( $P=0,0007$ ).

Tabela 5 – Número de estações alimentares, taxa de bocado (bocados/hora e bocados/estação) e número de passos por estação alimentar de novilhas Jersey, no período diurno, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Variáveis	Tratamentos	
	Sem Sombra	Com Sombra
Estações/min	5,37 a	4,49 b
Tempo por Estação (s)	12,52 b	14,26 a
Passos entre Estações	2,38 b	2,69 a
Bocados/Estação	6,01 a	6,40 a
Total de Bocados	9041,20 b	10037,00 a

Valores com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

A movimentação na busca pelo melhor local de pastejo auxilia na dissipação de calor, pois causa deslocamento de ar que, possivelmente, resfria o suor e o desloca pela superfície do corpo, o que renova o ar que recobre o animal e permite manter o gradiente de temperatura e a eficiência em perder calor para o meio.

A maior movimentação dos animais no tratamento sem sombra foi entre estações, visto que, quando em pastejo dentro da estação alimentar, estes apresentaram padrão semelhante (Tabela 5) aos animais com sombra (igual número de bocados/min, bocados/estação e passos/estação).

Coelho (2006), em trabalho realizado no mesmo local, avaliando o comportamento ingestivo diurno de novilhas Jersey submetidas a diferentes ofertas (fixa e variável) de forragem de milho com acesso ilimitado à sombra e água, não encontrou diferença significativa entre tratamentos para o tempo de pastejo.

Taweel et al. (2006), na Holanda, compararam os sistemas de pastejo contínuo e rotativo com vacas Holstein-Friesian em pastagem de azevém, e observaram que os sistemas não afetaram o tempo de pastejo, mas sim a temperatura do ar que, quando ultrapassou os 25°C, reduziu o tempo de pastejo de 8,5 para 6,7 horas.

O tempo destinado ao pastejo diurno utilizou 45,8% e 52,5% do período nos tratamentos sem sombra e com sombra, respectivamente, valores abaixo do preconizado para bovinos que, de acordo com Rovira (1996), a atividade de pastejo entre às 6:00h e 19:00h varia de 65 a 100% do tempo.

Os resultados podem ser efeito das altas temperaturas observadas durante o dia, acima dos limites de conforto térmico em ambos os tratamentos, que

provavelmente provocou redução da atividade com o intuito de evitar a fadiga do animal, responsável pela diminuição no consumo de forragem devido a movimentação em busca do alimento (FISCHER, 1996).

Segundo Kendal et al. (2006), quando submetidos a condições climáticas adversas, principalmente no verão, os animais reduzem o tempo de pastejo diurno e aumentam o tempo de pastejo noturno, período que lhes proporciona melhor conforto térmico.

Este fato não observado neste trabalho, pois, em ambos os tratamentos, o pastejo diurno foi superior ao noturno, com 62,5% e 65,6% do total nos os tratamentos sem sombra e com sombra, respectivamente, indicando que apesar das condições adversas apresentadas, estas não foram suficientes para que os animais optassem pelo pastejo noturno em detrimento ao diurno.

#### 4.2 Atividade de ruminação

Não houve diferença significativa para as variáveis tempo de ruminação total ( $P=0,7562$ ), tempo de ruminação diurno ( $P=0,8416$ ) e tempo de ruminação noturno ( $P=0,5674$ ) (Tabela 6).

Tabela 6 – Tempo de ruminação (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Ruminação	Tratamentos	
	Sem Sombra	Com Sombra
Total (horas)	5,9 a	6,0 a
Diurno (horas)	1,7 a	1,7 a
Noturno (horas)	4,2 a	4,3 a

Valores com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os resultados estão próximos ao indicado para bovinos de leite que, segundo Van Soest (1994), ocupa de 6 a 8 horas do dia, com variações entre 4 e 9 horas, sendo a maior parte realizada à noite. Isto indica que provavelmente as condições climáticas do período não foram suficientes para afetar o padrão de ruminação dos animais.

A quantidade de alimento no rúmen é fator determinante do tempo gasto na atividade de ruminação. Como já mencionado, as altas temperaturas do dia

ocasionaram redução da atividade de pastejo, que pode ter afetado o consumo, acarretando em redução da atividade de ruminção.

Além disto, dado que pode explicar os baixos valores no tempo de ruminção no período diurno é o fato desta atividade ser grande geradora de calor, onde os animais tendem a moderá-la para reduzir a produção de calor metabólico, em especial nas horas mais quentes do dia (CONCEIÇÃO, 2008).

Isto justifica os altos tempos de ruminção observados no período noturno, onde não há efeito da radiação solar que, provavelmente, provocou redução da temperatura do ar e melhora no conforto térmico dos animais.

Ferreira (2010) estudando o comportamento de vacas mestiças Gir, Holandês e Jersey com graus de sangue 83,3% taurino e 16,7 zebuino, em distintas disponibilidades de sombra (sombra artificial, bosque e árvores dispersas), observou que os animais ruminaram menos no tratamento sem sombra e que não houve diferença significativa para esta atividade entre os três tipos de sombreamento.

O trabalho de Ferreira (2010) sugere que a provisão de sombra proporciona melhores condições para a ruminção, essencialmente nas horas mais quentes do dia, o que pode ser observado na figura 8, a qual mostra a preferência dos animais por ruminar nestes horários e em condições de sombreamento.

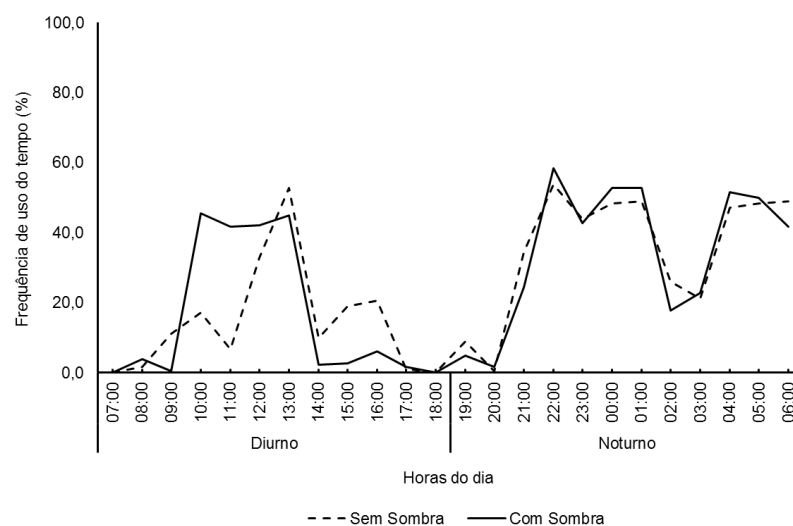


Figura 8 – Frequência de uso do tempo de ruminção (diurno e noturno), realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).

Os animais do tratamento sem sombra apresentaram maiores picos de ruminção às 10:00h, às 13:00h e das 15:00 às 16:00h, próximos a 20% do tempo.

Já os animais do tratamento com sombra apresentaram maior pico das 10:00 às 13:00h.

Para Schütz et al (2008), bovinos de leite valorizam a sombra em épocas de clima quente, e quando fornecido acesso, optam por ficar sob a mesma nos horários mais quentes. Com os animais do tratamento com sombra isto não aconteceu, visto que, do tempo total de ruminação à sombra (1 hora), 89% foi nos horários de pico mencionados, notadamente preferindo ruminar à noite (Tabela 6).

Não houve diferença significativa entre tratamentos quando a realização da atividade de ruminação em pé ( $P=0,5748$ ) ou deitado ( $P=0,8797$ ). Porém, houve superioridade para a posição deitada em relação a posição em pé, em ambos os períodos, com 1,4 horas X 0,5 horas, respectivamente, para o período diurno e 4 horas X 0,3 horas, respectivamente para o período noturno.

Nota-se também que, ao compararmos os períodos utilizando a posição preferencial (deitado), houve superioridade para o período noturno (4 horas), praticamente três vezes mais que o período diurno (1,4 horas).

Quando confortáveis, bovinos de leite preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo. Em temperaturas elevadas passam a ruminar mais tempo em pé, devido ao estresse pelo calor (ALBRIGHT & STRICKLIN, 1989; DAMASCENO et al., 1999; PAES LEME et al 2005).

Damasceno et al. (1999), observaram que vacas da raça Holandesa, optaram por ruminar em pé, nas horas mais quentes do dia, e deitadas, na sua totalidade, no período noturno. Conceição (2008), avaliando a influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas cruzadas  $\frac{1}{2}$  Jersey e  $\frac{1}{2}$  Holandesa, em pastagens, verificou que a maior frequência de ruminação no período noturno foi na posição deitado.

### **4.3 Outras atividades**

Houve diferença significativa entre tratamentos para o tempo total ( $P=0,0063$ ) e diurno ( $P=0,0001$ ) gasto com outras atividades, com os maiores valores notados no tratamento sem sombra em ambas as variáveis. Para o tempo noturno gasto com outras atividades, não foi observada diferença significativa ( $P=0,4618$ ) entre tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 – Tempo para outras atividades (total, diurno e noturno), de novilhas Jersey em pastagem de milho, sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Outras atividades	Tratamentos	
	Sem Sombra	Com Sombra
Tempo total (min)	8,6 a	7,8 b
Tempo diurno (min)	4,3 a	3,4 b
Tempo noturno (min)	4,3 a	4,4 a

Valores com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

De acordo com Orr et al. (2001), a duração média do tempo destinado à outras atividades é de 10 horas, com variações entre 9 e 12 horas por dia. Entende-se por outras atividades aquelas que não envolvem pastejo, ruminação ou ingestão de água.

No verão, na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico, os bovinos diminuem as atividades de pastejo e ruminação (PIRES e CAMPOS, 2008), logicamente aumentando a realização de outras atividades, visto que, são complementares. Esta estratégia pode ter sido adotada com maior frequência pelos animais do tratamento sem sombra, o que pode explicar os maiores valores de tempo total e diurno para outras atividades neste tratamento.

Houve equilíbrio no tempo destinado a outras atividades entre os períodos diurno e noturno no tratamento sem sombra, sendo 50% para cada. Já no tratamento com sombra, nota-se superioridade para o período noturno (56,4% contra 43,6%). A figura 9 mostra que os animais de ambos os tratamentos mantiveram-se ocupados com outras atividades numa faixa entre 10 e 60% do tempo (diurno e noturno).

No período diurno, os animais sem acesso à sombra mantiveram constância na realização de outras atividades entre às 9:00h e 14:00h, com picos às 15:00h e 16:00h, onde notadamente aumentaram o tempo desta, reduzindo o tempo de pastejo, em comparação aos animais com acesso à sombra, que apresentaram picos entre 10:00h e 13:00h (57% à sombra) e, igualmente aos anteriores, alternaram entre o pastejo e o ócio.

Mellace (2009), avaliando diferentes áreas (m<sup>2</sup>/animal) de sombreamento artificial para melhorar o bem-estar de novilhas mestiças ½ Jersey e ½ Holandesa, criadas a pasto, verificou maior permanência dos animais à sombra, independente da área.

Zanine et al. (2009), estudando o comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross, observaram que os animais reduziram significativamente o pastejo das 10:00 às 13:00h, o que resultou nos maiores tempos em outras atividades.

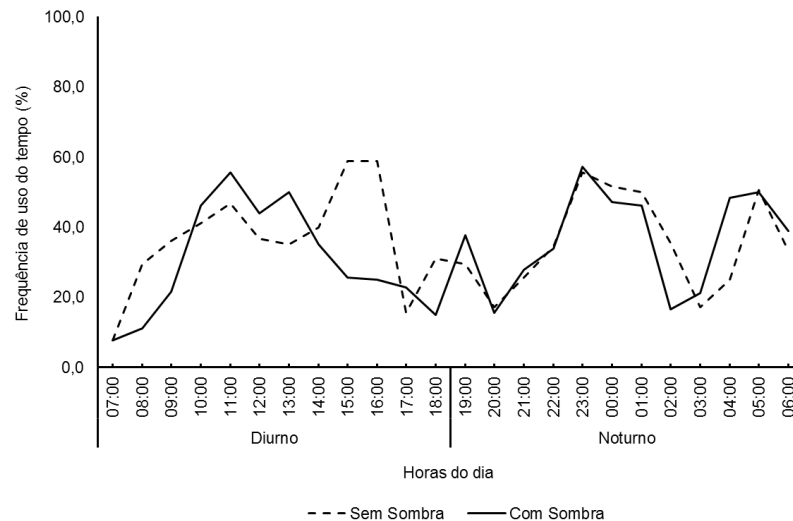


Figura 9 – Frequência de uso do tempo para outras atividades (diurno e noturno), realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).

Silva et al. (2009), avaliando os efeitos da disponibilidade de sombra sobre as atividades comportamentais de vacas da raça Pitangueiras, observaram que das 10:00 às 12:00h, os animais com acesso à sombra permaneceram predominantemente ruminando e em ócio sob o sombrite, enquanto aqueles sem acesso à sombra diminuíram a atividade de pastejo aumentando o tempo em outras atividades.

No período diurno, os animais sem acesso à sombra, apresentaram maior tempo em outras atividades na posição em pé ( $P=0,0001$ ), não havendo diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre tratamentos para a posição deitado. À noite, o comportamento foi contrário, visto que os animais do ambiente com acesso à sombra obtiveram os maiores tempos na posição deitado ( $P=0,0056$ ), e não houve efeito dos tratamentos ( $P=0,0895$ ) para a posição em pé (Tabela 8).



Tabela 8 – Tempo para outras atividades em pé e deitado (diurno e noturno), de novilhas Jersey em pastagem de milheto, sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Outras atividades	Posição	
	Em pé	Deitado
Período diurno (horas)		
Sem Sombra	2,8 a	1,5 a
Com Sombra	1,9 b	1,6 a
Período noturno (horas)		
Sem Sombra	1,2 a	3,1 b
Com Sombra	0,8 a	3,6 a

Valores com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os resultados vão de encontro ao afirmado por Fraser & Broom (1997), de que, animais em ócio preferem permanecer em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite, mantem-se deitados.

Em ambos os tratamentos houve preferência pela posição em pé no período diurno, com 54,3% e 63,6% para os animais com e sem acesso à sombra, respectivamente. Ao posicionar-se de pé, o animal apresenta maior superfície de contato com o ar, o que aumenta a área para as trocas térmicas com o meio, o que pode explicar a maior permanência nesta posição durante o dia, período com altas temperaturas.

No período noturno, a preferência foi pela posição deitada, com 81,8% e 73,8% para os referidos tratamentos. Neste período, como todo o ambiente, o solo provavelmente estava mais fresco e úmido. Assim, ao deitar-se, o animal aumentou a área de contato com o mesmo e as trocas por condução foram facilitadas, justificando a preferência pela posição deitada.

#### 4.4 Procura pela água

Os maiores tempos de procura pela água ( $P=0,0008$ ) foram no tratamento sem acesso à sombra, valor influenciado pelo tempo de procura pela água no período diurno, maior e mais significativo neste tratamento ( $P=0,0004$ ). Não houve efeito dos tratamentos para a variável no período noturno ( $P=0,7070$ ) (Tabela 9).

Tabela 9 – Tempo de procura pela água (total, diurno e noturno), por novilhas Jersey em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Procura pela água	Tratamentos	
	Sem Sombra	Com Sombra
Tempo total (horas)	0,5 a	0,3 b
Tempo diurno (horas)	0,4 a	0,2 b
Tempo noturno (horas)	0,1 a	0,1 a

Valores com letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Estes resultados ocorreram certamente pela impossibilidade de estar à sombra para auxiliar na manutenção do equilíbrio térmico, gerando maior necessidade de ingerir água para suprir as perdas líquidas através da urina e evaporação utilizadas na dissipação do calor.

Os animais com acesso à sombra, demonstraram picos de procura pela água às 8:00h, 14:00h e 17:00, enquanto os animais do ambiente sem esta possibilidade, apresentaram picos às 9:00h, das 11:00 às 12:00h, das 14:00 Às 15:00h e às 17:00h (Figura 10). Estes resultados corroboram com Meyer et al. (2006), onde os autores afirma que os animais procuram por água em vários momentos do dia, entretanto, a maior frequência ocorre nos horários mais quentes.

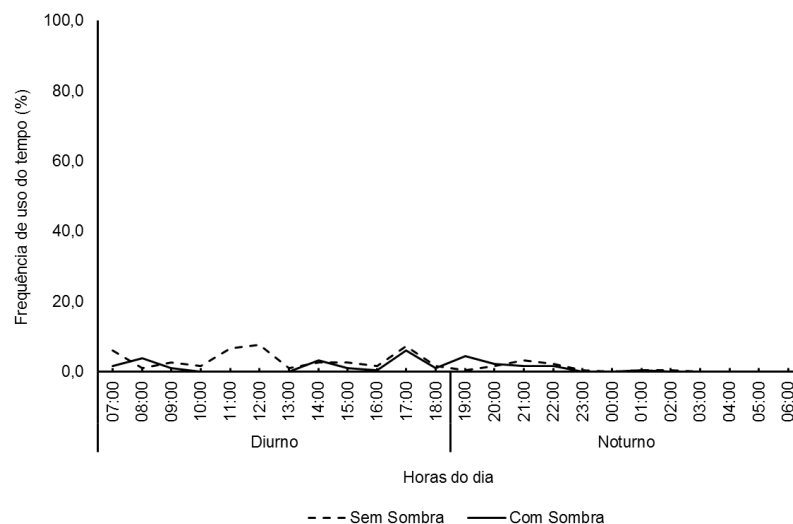


Figura 10 – Frequência de uso do tempo de procura pela água (diurno e noturno), realizado a cada hora do dia por novilhas Jersey, em pastagem de milho sem e com acesso a sombra (Capão do Leão-RS).

Os valores muito abaixo do esperado para ambos os tratamentos podem ser pela não utilização de planilha específica para avaliação desta variável, pois

provavelmente no intervalo de 10 minutos entre avaliações, principalmente nas horas mais quentes do dia, podem ter ocorrido vários momentos de ingestão de água sem ter sido contabilizado.

#### 4.5 Respostas fisiológicas

Não houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P=0,0519$ ), bem como diferença significativa entre tratamentos ( $P=0,2076$ ) para variável frequência respiratória (FR). Houve diferença significativa entre os horários do dia ( $P=0,0026$ ), sendo maiores valores observados no horário das 13:00h, diferindo significativamente com os horários das 8:00 e 18:00h, que não diferiram entre si (Figura 11).

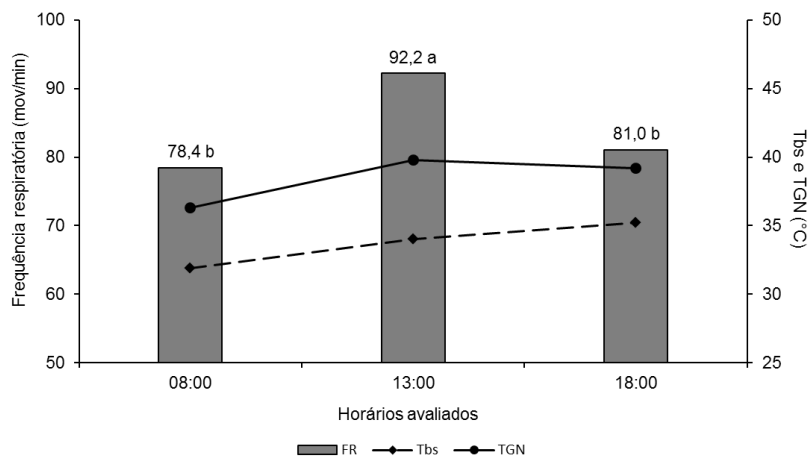


Figura 11 – Frequência respiratória (FR) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

A maior frequência respiratória observada às 13:00h, se deve a maior temperatura do ar observada neste momento do dia. Em bovinos, os limites ideais de temperatura corporal para a produtividade e sobrevivência devem ser mantidos entre 38 e 39°C (RODRIGUES, 2006), mas, em animais adultos as temperaturas corporais são inferiores as de animais jovens (PEREIRA, 2005).

Com a temperatura ambiente elevada (Tabela 1), provavelmente esta condição tenha sido ameaçada, aumentando significativamente a temperatura endógena dos animais, reduzindo a atividade tireoidiana e elevando os níveis de cortisol, o que pode ter estabelecido condição de estresse.

Diante disto, os animais foram obrigados a alterações fisiológicas como resposta na tentativa de manter a homeostasia, como por exemplo, aumento na FR que, mesmo sendo a terceira opção na sequência utilizada pelo organismo para a termorregulação, é o primeiro sinal visível quando animais estão sob estresse calórico.

Com isso, os resultados expressos na figura 11 apontam para animais com estresse calórico de moderado a alto. Segundo a classificação de Silanikove (2000), este estresse, baseado na FR, considera de 40 a 60mov/min como baixo, de 60 a 80mov/min como moderado, de 80 a 120mov/min como alto e acima de 150mov/min como severo.

A duração e intensidade do estresse calórico a que os animais são expostos refletem no grau de aumento na frequência respiratória, o que pode explicar não ter havido diferença significativa entre tratamentos, pois as condições microclimáticas estabelecidas por conta dos tratamentos (Tabela 3), bem como as condições de clima da região na época do experimento (Tabela 1), permaneceram por longo tempo acima dos limites ideais para bovinos (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Isso indica que, nessas condições, o sombreamento não foi suficiente para amenizar o estresse causado pelo calor, e assim, normalizar a frequência respiratória dos animais com esse benefício.

Rossarolla (2007), avaliando o comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa, em pastagem de milho com e sem acesso à sombra, em Santa Maria-RS, verificou que, diferentemente do ambiente proporcionado aos animais, estes apresentaram valores de FR acima do normal, porém, com temperatura ambiente de 31,5°C, (região) e 30,5°C pela manhã e 31,6°C à tarde (equipamentos experimentais), inferiores as deste trabalho (Tabela 1).

Os valores de FR às 13:00h, ajustam-se ao estresse alto e coincidem com TA altas, porém, inferiores as do horário das 18:00h (Tabela 3), classificado da mesma forma, mas, estatisticamente inferior ao primeiro. O que pode explicar então os valores mais altos de FR às 13:00h, é a combinação da TA e UR, mais alta em comparação às 18:00h.

Segundo Souza e Batista (2012), o aumento da FR é um mecanismo de perda de calor insensível, diretamente influenciado pela umidade relativa do ar (UR) que, combinada a altas temperaturas, torna a dissipação de calor ineficiente. Assim,

para possibilitar a perda de calor, os animais aumentaram a FR como forma de adequar-se às condições adversas nos diferentes horários do dia.

Conceição (2008), avaliando a influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras (Holandês/Jersey) em pastagens, encontrou maiores valores de FR no horário das 13:00h, em todos os tratamentos, com média de 98,3mov/min.

O provável estresse causado pelo desconforto térmico dos animais no horário das 13:00h, é justificado pelos maiores valores observados nos índices de conforto térmico neste horário (Tabela 3). O principal indicador neste caso foi a temperatura de globo negro (TGN), utilizada para calcular os demais índices (ITGU e CTR).

De acordo com Barbosa et al. (2004), quadro de estresse, no mínimo moderado, é notado quando temperaturas de globo negro iguais ou próximas a temperatura corporal são observadas, uma vez que dificultam as trocas térmicas por condução, convecção e radiação, e obrigam os animais a perder calor por evaporação.

Diante desta afirmação, os valores de TGN das 13:00h e 18:00h (Tabela 3) estão próximos à faixa de temperatura corporal (38 a 39°C) ideal para bovinos, afirmadas por Rodrigues (2006) e Pereira (2005), onde os valores de FR também encontram-se na mesma faixa de estresse moderado (SILANIKOVE, 2000), porém, diferentes estatisticamente.

Provavelmente o que levou os animais a aumentar a FR (acelerar a respiração), foi a necessidade de inspirar volumes menores de ar, com o intuito de iniciar as trocas térmicas por evaporação via trato respiratório, tornando-os ofegantes. O uso desta estratégia se confirma pelo fato de que, independente do tratamento, a maioria dos animais estavam ofegantes, tendo, em média, dois a três animais ofegando intensamente, e ao menos um, com a língua exposta.

Mesmo não havendo diferença significativa entre os horários das 8:00h e 18:00h (Figura 11), numericamente pela classificação de Silanikove (2000), ao amanhecer os animais apresentaram-se com estresse moderado (78,4mov/min), ao contrário do entardecer, onde o estresse foi considerado alto (81,0mov/min).

Apesar disto, os horários mais amenos do dia (8:00h e 18:00h), proporcionaram reduções na FR bem próximas em relação ao horário das 13:00h, onde as 8:00h a redução foi de 13,8mov/min (15%) e às 18:00h foi de 11,2mov/min (12%).

Houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P < 0,0001$ ) para a variável temperatura de pelame (Tabela 10). No tratamento sem acesso à sombra, maiores valores foram às 13:00h, havendo diferença significativa para às 8:00h e 18:00h, as quais não diferiram entre si significativamente.

Tabela 10 – Temperatura de pelame (TPEL) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Tratamentos	Horários do dia		
	8:00	13:00	18:00
	TPEL (°C)		
Sem Sombra	33,2 aB	35,5 aA	33,2 aB
Com Sombra	33,0 aA	30,1 bB	32,3 aA

Valores com letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Estes resultados ocorreram devido a maior carga térmica recebida pelo animal neste horário (Tabela 3), aliada a valores altos de TA, TGN e ITGU, graças a constante exposição solar direta. Nestas condições, seguramente houve alta produção de calor metabólico, sendo a energia produzida levada à superfície da pele por condução, via corrente sanguínea, o que determinou a elevação na temperatura superficial do animal.

Tal mecanismo pode ser estratégia para proporcionar melhores trocas por evaporação, já que neste horário, o ar estava pouco saturado ( $UR = 47,7\%$ ) e a temperatura (TA) alta ( $35,3^{\circ}\text{C}$ ) que, aliada as altas temperaturas de pelame, proporcionou boas condições para eliminação de calor latente.

A redução na TPEL das 13:00h para os demais horários foi exatamente a mesma,  $2,3^{\circ}\text{C}$ , cerca de  $6,5\%$ .

O tratamento com acesso à sombra, apresentou comportamento contrário ao sem acesso à sombra, com valores superiores observados nos horários das 8:00h e 18:00h, não diferindo entre si, mas sim com diferença significativa entre estes e o horário das 13:00h, de menor valor.

O fato de terem a possibilidade de buscar o sombreamento ao sentir o menor desconforto térmico, proporcionou aos animais explorarem da melhor forma este benefício, preferindo permanecer ao sol nos horários amenos (8:00h e 18:00h) e à sombra nos horários mais quentes (13:00h), como mostra a figura 12.

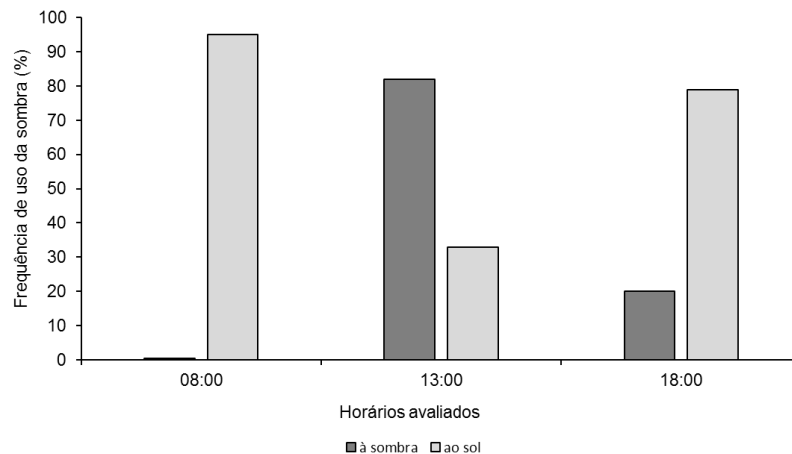


Figura 12 – Frequência de uso da sombra, por novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho (Capão do Leão-RS).

Houve diferença significativa entre tratamentos somente para o horário das 13:00h ( $P < 0,0001$ ), como maior valor de TPEL observado para os animais sem acesso a sombra (Tabela 10). Neste caso a vantagem do sombreamento fica evidente, dado que houve redução na TPEL, do ambiente não sombreado para o sombreado, nos três horários do dia, porém, de maneira significativa às 13:00h, a qual foi de 5,4°C (15,2%), valores superiores as demais (8:00h = 0,2°C e 18:00h = 0,9°C).

Os resultados encontrados devem-se a que, nas horas mais quentes do dia (13:00h), a necessidade de realizar as trocas por evaporação mencionadas anteriormente, no entanto, no tratamento sem acesso à sombra, foram amenizadas pelo microclima proporcionado pelo ambiente com sombra, indicando melhor conforto térmico (Tabela 3).

Avaliando a eficiência de diferentes áreas ( $m^2$ ) de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas cruzadas  $\frac{1}{2}$  Jersey  $\frac{1}{2}$  Holandês, criadas a pasto, Melace (2009), encontrou redução de 3,9°C (9,8%) na TPEL nos animais sem acesso à sombra em relação aos animais com ambiente sombreado de 8,0 $m^2$ .

Silva et al. (2008), estudando a variação nas respostas fisiológicas de vacas da raça Holandesa manejadas em ambiente tropical, encontrou TPEL à sombra de 34,9°C e ao sol de 39,8°C, valores próximos, porém superiores aos deste trabalho nos respectivos ambientes.

Além disto, como pode ser observado na figura 12, nos horários das 8:00h e 18:00h, mesmo em ambiente com sombreamento, os animais mantiveram-se nas mesmas condições que os animais sem acesso à sombra, justificando não ter havido diferença estatística entre tratamentos nestes horários (Tabela 10).

Somente no horário das 13:00h, no tratamento sem acesso à sombra, é que os animais estavam em situação de estresse térmico, posto que, de acordo com Martello (2002), temperaturas de pelame na faixa de 31,6 a 34,7°C não caracterizam tal situação, sendo possível efetuar as trocas de calor usando as quatro vias (COLLIER et al., 2006).

O efeito das condições climáticas sobre as respostas fisiológicas dos animais pode ter influenciado de maneira direta seu ganho de peso. Nota-se na tabela 11 que, no ambiente com acesso à sombra, o desempenho foi superior ao ambiente sem este benefício, havendo diferença significativa entre tratamentos ( $P=0,0038$ ), com superioridade para o primeiro.

Tabela 11 – Peso inicial, peso final e ganho médio diário (GMD), de novilhas Jersey, em pastagem de milheto sem e com acesso à sombra (Capão do Leão-RS).

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GMD (kg)
Sem Sombra	198,30 ± 27,5	204,10 ± 27,8	0,176 ± 0,135 b
Com Sombra	198,40 ± 29,8	212,20 ± 26,8	0,418 ± 0,187 a
Média	198,35 ± 28,7	208,15 ± 27,3	0,297 ± 0,161

Valores com letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os animais com acesso à sombra ganharam 0,242kg/dia a mais que os animais sem acesso à sombra, superioridade em torno de 137,5%. Carvalho e Olivo (1996), trabalhando com novilhas leiteiras, observaram que os animais com acesso à sombra alcançaram ganhos de 0,250kg/dia acima dos sem acesso à sombra.

Como já mencionado, nas condições experimentais apresentadas, a forma mais eficiente de perda de calor é pela evaporação do suor e das secreções das vias respiratórias. Para isso, houve a necessidade de elevar a temperatura da superfície do corpo (TPEL) e aumentar a aceleração da respiração (FR), respectivamente.

Assim, como o animal atende suas exigências energéticas para a manutenção antes de direcioná-la para a produção, e com o gasto de energia envolvido nos



mecanismos de termorregulação citados, pouca energia sobrou para o desenvolvimento natural e GMD satisfatório.

De acordo com Bernardi e Patiño (2001), o gasto energético do animal para manter seu conforto térmico quando submetido a altas temperaturas, pode chegar a 50% da energia de manutenção, principalmente quando há pouco ou nenhum acesso à sombra.

Mitlohner et al. (2001), verificaram que, novilhas com acesso a estruturas de sombra com 80% de proteção contra os raios solares apresentam maior ganho de peso e menor frequência respiratória.

Ao avaliar o processo termorregulatório de novilhas leiteiras (Holandesa/Jersey) Souza et al. (2010) notaram que frequência respiratória elevada por horas pode intervir no consumo de alimentos e ruminação, aumentar a temperatura endógena pela atividade muscular e redirecionar a energia dos processos metabólicos e produtivos.

## **5 Conclusões**

Há melhora nos índices de conforto térmico para novilhas Jersey com o uso de sombreamento no verão.

Não há substituição do pastejo diurno pelo noturno por novilhas Jersey em condições de estresse calórico.

O padrão de pastejo diurno dos bovinos é pouco alterado quando novilhas Jersey estão em condições de estresse calórico.

As alterações nas atividades de ruminação e ócio de novilhas Jersey em condições de estresse calórico são de baixa intensidade.

A temperatura de pelame e a frequência respiratória de novilhas Jersey são, respectivamente, pouco e moderadamente afetadas pelo estresse calórico.

O desempenho de novilhas Jersey é melhor em ambientes pastoris com sombra disponível.

## **6 Considerações finais**

Há aparente e considerável tolerância dos animais avaliados às condições adversas proporcionadas pelo calor.

Torna-se necessário a realização de mais estudos, seja com animais da categoria estudada ou com recém-nascidos e adultos, considerando outras espécies de árvores e outros tipos de materiais para o sombreamento, além da quantidade de sombra ( $m^2/\text{animal}$ ) realmente necessária para cada categoria.

Sugerem-se maiores pesquisas em relação às reações fisiológicas, comportamentais e o desempenho dos animais, relacionando-as entre estações do ano, principalmente inverno e verão, onde, no Rio Grande do Sul, há significativa distinção climática e na alimentação (pasto) disponível.

## Referências

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

ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485- 498, 1993b.

ALBRIGHT, J. L.; STRICKLIN, W.R. Recent developments in the provision for cattle welfare. In: PHILLIPS, C.J.C. (Ed.). **New techniques in cattle production**. London: Butterworths, p.149-161, 1989.

ALBRIGHT, J. L. Dairy animal welfare: current and needed research. **Journal of Dairy science**, Champaign, v.70, p.2711-2718, 1987.

ANDRADE, C. M. S.; GRACIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Transmissão de luz em sistemas silvipastoris com eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.1, p.1923, 2002.

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

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

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

BACCARI JÚNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.24 -67. 1998.

BACCARI JÚNIOR, F.; JOHNSON, H. D. HAHN, G. L. Environmental heat effects on growth, plasma T3 and postheat compensatory, effects on Holstein calves. BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** Missouri, (Ph.D. Thesis). University of Missouri – Columbia, 218p. 1985.

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

BALOCCHI, O.; PULIDO, R.; FERNÁNDEZ, J. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo com y sin suplementación com concentrado. **Agricultura Técnica**, v.62, n.1, p.8798, 2002.

BARBOSA, L. S. **Uso de sombreamento sobre índices térmicos, respostas fisiológicas e desempenho de bezerras cruzadas ½ Holandês x ½ Jersey a pasto.** 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.

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.25, n.1, p.115-122, 2004.

BARRO, R. S.; SALIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1721-1727, 2008.

BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, Savoy, v.62, p. 543-545, 1986.

BENJAMIN, M. M. Fluid and electrolytes. **Outline of veterinary clinical pathology.** Ames: Iowa State University, 1981.

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**, Champaign, v. 67, p. 488-495, 1985.

BERNARDI, M. L.; PATIÑO, H. O. **Bioclimatologia**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 66p. 2001 (Apostila didática).

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. 285-295, 1994.

BROOM, D. M. A usable definition of animal welfare. **Journal of Agriculture and Environmental Ethics**, Guelph, v.6, p.15-25, 1993.

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

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

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

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; HAHN, G. L.; NIENABER, J. A.; MADER, T. L.; SPIERS, D. E.; PARKHURST, A. M. Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. **International Journal of Biometeorology**, v.49, p.285-296, 2005.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-14, 1981.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo freestall, no Brasil central**. 1988. 146p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

CAMPOS, A. T. **Importância da água para bovinos de leite.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. (Embrapa Gado de Leite, Instrução Técnica para o Produtor de Leite, nº 31), 2001.

CARVALHO, L. E.; OLIVEIRA, S. M. P.; TURCO, S. H. N. Utilização da nebulização e ventilação forçada sobre o desempenho e a temperatura da pele de suínos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1486-1491, 2004.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, N. M.; OLIVO, C. J. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e a sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Brasília: SBZ, 1996. 1 CD-ROM.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. (eds.) **Manejo Sustentável em Pastagem.** Maringá-PR: UEM, 2005. v. 1, p. 1-20.

CHESTER-JONES, H.; LINN, J. **Effect of nutrition and management of dairy heifers on resultant cow longevity.** University of Minnesota, Extension Service, 18p. 2006.

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

COE, B. L.; ALBRIGHT, J. L.; STOUFFER, D. K.; KENYON, N. J.; EINSTEIN, M. E. Postural adjustments in holstein dairy calves and cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.257, 1990. Suppl.1.

COELHO, R.B.; PAULA, M.O. de; RAMIREZ, M.A.; CAETANO, S.P.; VIEIRA, D.F.D. Estudo de materiais alternativos empregados na confecção do termômetro de globo negro utilizado para cálculo de ITGU e CTR. Nota técnica - Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.21, n. 6, p.597-604, nov./dez, 2013.

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.89, n.4, p.1244-1253, 2006.

COLUMBIANO, V. S. **Identificação de QLT nos cromossomos 10, 11 e 12 associados ao estresse calórico em bovinos.** 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens.** 2008. 137p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710p.

DAHL, G. E. Efeito do estresse térmico durante o período seco no desempenho pós-parto. In: XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia, MG. **Anais...** 2010, p.357-362.

DALY, J. J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 110, n. 1, p. 21-24, 1984.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI 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.

DARCAN, N.; GÜNEY, O. Alleviation of climatic stress of dairy goats in Mediterranean climate. **Small Ruminant Research**, v.74, p.212-215, 2008.

DEITENBACH, A.; FLORIANI, G. S.; DUBOIS, J. C. L. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Federação da Agricultura Familiar, 196p.: il., 2008.

DUARTE, L. M. A.; STUMPF, J. W.; FISCHER, V. et al. Efeitos de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2020-2028, 2005.



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.

EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; BROWN-BRANDL, T. M. Development of a livestock safety monitor for cattle. In: MEETING OF THE AMERICAM SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 2003, St. Joseph. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 2003.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi Publishing Company Inc., 1982, 325p.

FERREIRA R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa; Aprenda Fácil. 371 p. 2005.

FERREIRA, F.; PIRES. M. F. A.; MARTINEZ. M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, L. C. B. **Leite Orgânico**. Brasília: EMATER-DF, 38p. 2004.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.

FERRO, F. R. A.; CAVALCANTI NETO, C. C.; TOLEDO FILHO, M. R.; FERRI, S. T. S.; MONTALDO, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**. Mossoró, RN. v. 5, n. 5, p. 01 - 25 (Número Especial) 2010.

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

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

GEBREMEDHIN K. G.; HILLMAN P. E.; LEE C. N.; COLLIER R. J. **Sweating rate of dairy cows under shade and sunny environments**. ASABE 100th ANNUAL

INTERNATIONAL MEETING, MINNEAPOLIS CONVECTION CENTER, Minneapolis, Minnesota, p 17–20. 2007.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão.** 2003.84p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2003.

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science.** v.73, n.9, p.2791-2803, 1995.

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. 380-384, 1999.

HAFEZ, E. F. E. **Adaptacion de los animales domesticos.** Barcelona: Labor, 1973. 563p.

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

HAHN, G. L. Management and housing of animals in hot environment. In: YOUSEF, M. K. (Ed.) **Stress of physiology in livestock.** Boca Raton: CRC Press, 1985. p.151-165.

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

HEDLUND, L.; ROLLS, J. Behavior of lactating dairy cows during total confinement. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.60, n.11, p.1807-1812, 1977.

HILLMAN, P. E.; GEBREMEDHIN, K. G.; BROWN-BRANDL, T. M.; LEE, C. V. Thermal analysis and behavior activity of heifers in shade or sunlight. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, 7., 2005. Beijing. **Proceedings...** Beijing, p. 151-161. 2005.

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

HOFFMAN, M. P.; SELF, H. L. Behavioral traits of feedlot steers in Iowa. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.37, n.6, p.1438-1445, 1973.

IVANOV, K. P. The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. **Journal of Thermal Biology**, St. Louis, v. 31, p. 24-29, 2006.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; BOLZAN, A.M.S.; DIAS, F.D.; GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.572-581, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000300017.

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.

MACHADO, P. F. Efeito da alta temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.179-188, 1998.

MADER, T.L.; JOHNSON, L.J.; GAUGHAN, J.B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science*, v.88, p.2153-2165, 2010.

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.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Genetic and environmental variation of the effective radiative properties of the coat in Holstein cattle. In: WORLD CONGRESS OF THE GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: 2002.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H.; OLIVEIRA, C.M.C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.31, p.781-790, 2011.

MARAI, I. F. M.; HABEEB, A. A. M.; FARGHALY, H. M. Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. **Tropical Animal Health and Production**, v.31, p.233-243, 1999.

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

MARQUES, J. A.; HARUYOSHI ITO, R.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G. A.; PEDROSO, P. H. B.; PRADO, I. N. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. **Campo Digital**, Campo Mourão, v.2, n.1, p. 43-49, 2007.

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

MARTELLO, L. S. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**. 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

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

MARTIN, G. O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. **Revista Producción**, Cátedra de Forrajes y Manejo de Pasturas,

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo free-stall para vacas em lactação**. 2004. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia 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**, Champaign, v. 59, p. 965-973, 1976.

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

McDOWELL, R. E.; LEE, D. H. K.; FOHRMAN, M. H. The measurement of water evaporation from limited areas of a normal body surface. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 13, p. 405-416, 1954.

McFARLAND, D. **Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution.** 3. ed [S.l]: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.

MELLACE, M. E. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar animal de novilhas leiteiras criadas a pasto.** 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz d Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MELO, E. C.; LOPES, D. C.; CORRÊA, P. C. GRAPSI - Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.2, p.145-154, 2004.

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

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

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (eds). **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare.** CABI Publishing, p. 1-22. 2000.

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

MONTY JUNIOR, D. E.; GARBARENO, J. L. Behavioral and physiologic responses of holstein-frisian cows to high environmental temperatures and artificial cooling in Arizona. **American Journal of Veterinary Research**, Scahumburg, v.39, n.5, p.877-882, 1978.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.23, v.2, p.197-205, 1988.

MOTA, F. S. **Bioclimatologia Zootécnica**. Pelotas: Edição do autor, 104 p, 2001.

MOTT, G. O., LUCAS, H. L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.

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

NÄÄS, I. A.; ACARARO JR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139-142, 2001.

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.

OLIVEIRA, A. L. **Mecanismos termorreguladores de cabras da raça Saanen**. 2007. 96f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2007.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p. 748757, 2007.

ORR, R. J.; RUTTER, S. M.; PENNING, P. D.; ROOK, A. J. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. **Grass and Forage Science**, v.56, n.35, p.352-361, 2001.

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.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. In: ENCONTRO DE ETOLOGIA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, v.18, p.26-42, 2000.

PENNING, P. D.; RUTTER, S. M. Ingestive behaviour. In: PENNING, P.D. (Ed.). **Herbage Intake Handbook**. 2ed. Reading: The British Grassland Society, 2004. p.151-175.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2005. 195p.

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

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O.; LIMA, K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.663-671, 2006.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 289-294, 2005.

PETERS, M. D. P.; SILVEIRA, I. D. B.; RODRIGUES, C. M. Interação humano e bovino de leite. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, p. 9-23, 2007.

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

PIRES, M. F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**, EMBRAPA, Juiz de Fora, MG, p. 1-4, 2006. (Comunicado técnico, 52).

PIRES, M. F. A. Reflexo do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.68-102, 1998.

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.; CAMPOS, A. T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: **Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira**. Embrapa Gado de Leite. p. 103-114. 2011.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Conforto animal para maior produção de leite**. 2. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Viçosa: Centro de Produções Técnicas. Série Manejo e Sanidade. 2008. 252 p.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T.; NOVAES, L. P. Razas lecheras: ambiente y comportamiento animal en los trópicos. In: MARTINS, C.E.; BRESSAN, M.; CÓSER, A.C.; ZOCCAL, R.; ESPÍNDOLA, H.D. **Tecnologías para la producción de leche en los trópicos**. EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora (Brasil). 2002. p. 115-133.

PIRES, M. F. A.; NOVAES, L. P.; MOSTARO, L. E.; SOUZA, J. R. Temperatura retal e frequência respiratória de vacas Gir leiteiro, durante o verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD.

PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA, 2000. p. 87105.

PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. M.; COELHO, S. G. Estresse calórico em bovinos de leite. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.29, p.235-237, 1999.

PORCIONATTO, M. A. F., FERNANDEZ, A. M., SARAN NETTO, A.; SANTOS, M. V. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, n.4, p.483-490, 2009.

RAY, D. E.; ROUBICEK, C. B. Behavioral of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.33, n.1, p.72-76, 1971.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.6, n.2, 2010 p.14–22.



RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções: Fisiologia da Homeotermia**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 13p. 2006. Disponível em: <<http://ead.sitescola.com.br/arquivo/documento/homeotermia.pdf>>. Acessado em 10 de janeiro de 2015.

ROMAN-PONCE, H. et al. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. **Journal Dairy Science**, v. 60, n. 3, p. 424-430. 1977.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 47p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

ROVIRA, J.M. Manejo nutritivo de los rodeos de cria em pastoreo. Montivideo: Hemisfério Sur, 1996. 288p.

SALLA, L.; PIRES, M. F. A.; MORAIS, D.; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, B. C. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 3343-3346. 2009.

SAMPAIO, C. A. P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J. A.; BOFF, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide**. Version 9.1.3 Cary: Statistical Analysis System Institute, 2004.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; NEIL, R. C.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behavior, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.116, p. 28-34, 2009.

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**, 114, 307–318. 2008.

SELYE, H. **The stress of life**. New York. McGraw-Hill, 1956.

SGUIZZARDI, T. I. **A água como nutriente para as aves**. Avicultura Industrial, Porto Feliz, n.830, p.22-23, 1979.

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

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum Animal Science**. Maringá, v.31, n.3, p.295-302, 2009.

SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A.; CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H.; BENÍCIO, T. M. A.; FREITAS, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

SILVA, I. J. O. Climatização das instalações para bovino leiteiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.10-23, 1998.

SILVA, I. J. O.; PANDORF, H.; ACARARO JR., I.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, S. M.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. **Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 25p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 34).

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

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 286p. 2000.

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

SILVA, R. G.; ARANTES NETO, J. G.; HOLTZ-FILHO, S. V. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat traits of Jersey cattle. **Brazilian Journal Genetics**, v.11, p.335-347, 1988.

SIQUEIRA, T. C. P. A.; AKUTSU, M.; LOPES, J. I. E.; SOUZA, H. A. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações. REM: **Revista Escola de Minas**, v.58, n.2, p.133-138, 2005.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista Agropecuária Científica do Semiárido**. v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol.06, n. 02, p. 59 - 65, 2010.

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. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de free stall**, 2003. 70f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

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

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. (2.ed. rev. e ampl). Porto Alegre: Emater-RS, 2008. 222p.

STUMPF, W. J. Produção de leite no Rio Grande do Sul: produtividade e competitividade frente ao MERCOSUL. In: CICLO DE PALESTRAS EM

PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 5., 2000, Canoas. Ênfase em reprodução e alimentação de bovinos de leite: **Anais...** Canoas: Ed. da Ulbra, p.19-30. 2000.

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.

TEIXEIRA, M. **Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos.** 2000. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2000.

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.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.10-23.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Cornell: Ithaca, 1994. 476p.

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

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. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.2131-2144, 2003.

YOKOYAMA, L. P., VIANA FILHO, A.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, I. P.; BARCELLOS, A. O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, ago. 1999.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.85-95, 2009.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. de J.; VIEIRA, A. J. M.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de bovinos de diferentes categorias em pastagem de capim Coast-cross. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.3, p.111-119, jul./set., 2007.

## **Apêndices**

