



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E
COMPORTAMENTAIS DE VACAS 3/4
HOLANDESAS X ZEBU NO SEMIÁRIDO
MINEIRO**

SÓSTENES DE JESUS MAGALHÃES MOREIRA

2014

SÓSTENES DE JESUS MAGALHÃES MOREIRA

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E
COMPORTAMENTAIS DE VACAS 3/4
HOLANDESAS X ZEBU NO SEMIÁRIDO
MINEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:

Prof^ª. Dra. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

Moreira, Sóstenes de Jesus Magalhães.

M835p Parâmetros fisiológicos e comportamentais de vacas 3/4
holandesas X zebu no semiárido mineiro [manuscrito] /
Sóstenes de Jesus Magalhães Moreira. – 2014.

61 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba,
2014.

Orientadora: Profa. D.Sc. Cinara da Cunha Siqueira
Carvalho.

1. Ambiência. 2. Bovinos leiteiros. 3. Estresse térmico. I.
Carvalho, Cinara da Cunha Siqueira. II. Universidade Estadual
de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.20852

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

SÓSTENES DE JESUS MAGALHÃES MOREIRA

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE VACAS
¾ HOLANDESAS X ZEBU NO SEMIÁRIDO MINEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 06 de MARÇO de 2014.




Prof. D.Sc. Cinara da Cunha Siqueira
Carvalho
UNIMONTES
(Orientadora)



Prof. D.Sc Daniel Ananias de Assis
Pires
UNIMONTES



Prof. D.Sc. José Reinaldo Mendes Ruas
UNIMONTES



D.Sc. Edilane Aparecida da Silva
EPAMIG

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, a todos os professores e funcionários pelos ensinamentos e atenção;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela concessão de bolsa de estudos.

À minha Orientadora, Professora Doutora Cinara da Cunha Siqueira Carvalho, pelos conselhos, ensinamentos e grande incentivo e apoio que me tornaram o profissional melhor, não medindo esforços para ajudar, e batalhando de todas as formas para o sucesso dos seus orientados na vida profissional. Agradeço principalmente pela confiança depositada em mim.

Ao Senhor Ildeu e Senhora Edna, proprietários da fazenda Bela Vista, pela permissão que o experimento ocorresse em sua propriedade, e por terem cooperado de todas as formas não medindo esforços para que o mesmo prosperasse.

Agradeço muito a minha namorada, Rosane, e a meu filho, Sócrates, pelos momentos de alegria e incentivo.

Agradeço a Deus e aos meus pais, Carlos e Nadir, pelo apoio e incentivo; aos meus irmãos, Carla e Tales, por me darem força.

Agradeço aos meus amigos da república menSalão, Paulo, Marlon, João Carlos, Thiago, Mário, Rafael, Daniel.

Aos grandes amigos de mestrado, Laize, Franklin, Sílvio, Dany, Adélio, Ana Cássia, João Ricardo, Suzana, Luciana, Carina, Karla, Fernandão, Vanice, Rosiane Suelen pela amizade e companheirismo.

À equipe da Ambiência, Ildeu, Taty, Geruza e Letícia.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE GRÁFICOS	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1.0. INTRODUÇÃO.....	1
2.0. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Produção de Leite no Brasil.....	3
2.2. Importância do Gado Mestiço Leiteiro no Brasil	4
2.3. Ambiente Térmico e a Criação de Bovinos a Pasto em Região Tropical.....	5
2.4. Índices de Conforto.....	8
2.5. Parâmetros fisiológicos.....	9
2.6. Parâmetros Comportamentais.....	13
3.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Variáveis Analisadas.....	17
3.1.1. Ambiente Térmico.....	17

3.1.2. Parâmetros Fisiológicos.....	19
3.1.3. Parâmetros Comportamentais.....	21
4.0. ESTATÍSTICA.....	22
5.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Caracterização do Ambiente Térmico.....	24
5.1.1. Variáveis climáticas observadas no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.....	24
5.1.2. Índice de temperatura de globo negro e umidade ao sol e à sombra ao longo do dia, durante o verão e inverno.....	29
5.1.3. Carga térmica radiante observados no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.....	31
5.1.4. Carga térmica radiante observada na sombra e ao sol ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.....	33
5.2. Índices climáticos na ordenha da manhã durante o verão e o inverno.....	35
5.3. Parâmetros fisiológicos para o período da manhã durante o verão e o inverno.....	36
5.4. Índices climáticos na ordenha da manhã e da tarde durante o inverno.....	39
5.5. Parâmetros fisiológicos da manhã e da tarde durante o inverno.....	40
5.6. Temperatura de superfície no verão e no inverno ao longo do dia.....	42

5.7. Características do pelame.....	43
5.8. Parâmetros comportamentais no verão e inverno.....	45
6.0. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

(bat.min. ⁻¹)- Batimentos por minuto;

°C- Graus Celsius;

cm- Centímetros;

CTR- Carga térmica radiante;

eq.- Equação 1;

FC – Frequência Cardíaca

FR – Frequência Respiratória

ha – hectare

ITGU- Índice de temperatura de globo e umidade

ITU – índice de temperatura e umidade

Kg- quilogramas;

Kg dia⁻¹-Quilogramas por dia;

m- Metros;

mm- Milímetros;

(mov.min. ⁻¹)- Movimentos por minuto;

Tbs -Temperatura de bulbo seco

TPE – Temperatura de pelame;

TR – Temperatura Retal;

TRM- temperatura média radiante

TS – Temperatura de superfície;

Tgn- Temperatura do globo negro;

T_{po}- Temperatura do ponto de orvalho;

W.m⁻² – Watts por metro quadrado

LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	Variáveis climatológicas do ambiente experimental nas épocas do verão e inverno.....	24
TABELA 2:	Variáveis climatológicas do ambiente experimental nas épocas do verão e inverno, ao longo do dia.....	26
TABELA 3:	Valores médios de ITGU observados no campo ao longo do dia, sob sol e sombra.....	30
TABELA 4:	Valores médios de Carga térmica radiante ($W. m^{-2}$) observados no campo ao longo do dia, ao sol e à sombra, durante as épocas experimentais.....	34
TABELA 5:	Valores médios de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante ($W.m^{-2}$) durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno.....	35
TABELA 6:	Médias observadas para os parâmetros fisiológicos durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno.....	37
TABELA 7:	Valores médios de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) no período da manhã e da tarde durante o inverno, na a ordenha.....	39
TABELA 8:	Médias observadas para os parâmetros fisiológicos após a ordenha do período da manhã e da tarde durante o inverno.....	40
TABELA 9:	Médias observadas para a temperatura de superfície (TS) no Verão e o Inverno.....	42
TABELA10:	Valores médios observados das características do pelame entre as duas épocas.....	43
TABELA 11:	Atividades comportamentais ao longo do dia durante as épocas experimentais.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1:	Valores médios de ITGU observados no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.....	28
GRÁFICO 2:	Valores médios de CTR observados no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.....	32

RESUMO

MOREIRA, Sóstenes de Jesus Magalhães. **Parâmetros fisiológicos e comportamentais de vacas 3/4 Holandesas x Zebu no semiárido mineiro.** 2014. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba- MG, Brasil¹.

Objetivou-se com este trabalho caracterizar a condição de conforto térmico bem como os parâmetros fisiológicos e comportamentais de vacas 3/4 Holandês-Zebu, mantidas a pasto com oferta de sombreamento natural, no verão e inverno. O experimento foi realizado na fazenda Bela Vista, unidade familiar, localizada no município de Verdelândia (MG), distante 40 km de Janaúba (MG). Foram selecionadas 10 vacas 3/4 Holandês x Zebu, todas de terceira cria, com média de produção de 14 kg.dia⁻¹ e com peso médio de 570 kg. Todos os animais compreendiam o terço médio de lactação. Durante o período experimental foram feitas medições diárias das variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco, umidade relativa e temperatura de globo negro e posteriormente calculado os valores de ITGU e CTR para todos os horários do dia. Os parâmetros fisiológicos: temperatura retal, temperatura de pelame, frequência respiratória e cardíaca foram medidos após as ordenhas pela manhã e à tarde, diariamente durante 15 dias experimentais. Os parâmetros comportamentais foram observados durante o período em que os animais estavam no piquete, seguindo observações visuais e diretas, com registros instantâneos 12 vezes ao dia com intervalos de 30 minutos, com auxílio de um etograma. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) para as variáveis frequência respiratória, frequência cardíaca temperatura retal, temperatura corporal, número de pelos, espessura do pelame 2x1 (2 épocas e 1 grupo genético). As médias foram submetidas à análise de variância e ao teste F a 5% de probabilidade. Para as variáveis climáticas foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) 2x2 (2 épocas e 2 condições ao sol e a sombra). As médias foram submetidas à análise de variância e, quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade. As variáveis climáticas foram capazes de induzir diferenças nos parâmetros fisiológicos, mas foram assimiladas pelo animal não causando desconforto. Assim, conclui-se que os animais são adaptados ao clima da região do semiárido mineiro. Não houve variações nas atividades comportamentais de vacas mestiças no semiárido mineiro, possivelmente em função da adaptação desses animais às condições climáticas da região.

Palavras Chave: ambiência, bovinos leiteiros, estresse térmico

¹Comitê de orientação: Prof^a. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho – UNIMONTES (Orientadora).

ABSTRACT

MOREIRA, Sóstenes de Jesus Magalhães. **Physiological and behavioral parameters of 3/4 Holstein x Zebu cows in the semiarid of Minas Gerais.** 2014. 61 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba- MG, Brasil².

The objective of this study was to characterize the condition of thermal comfort as well as physiological and behavioral parameters in 3/4 Holstein-Zebu cows, on pasture with offering of natural shade in the Summer and Winter. The experiment was carried out at the Bela Vista farm, family unit, located in the municipality of Verdelândia (MG), 40 km away from Janaúba (MG). We selected 10 3/4 Holstein x Zebu cows, all third calvings, with an average production of 14 kg.dia⁻¹ and an average weight of 570 kg. All animals comprised the middle third of lactation. During the experimental period, measurements of environmental variables daily were made: dry bulb temperature, relative humidity and black globe temperature and subsequently calculated the values of Black Globe Humidity Index (BGHI) and Radiant Heat Load (RHL) for all day. Physiological parameters: rectal temperature, surface skin temperature, respiratory and heart rate were measured after milking morning and evening daily for 15 days. The behavioral parameters were observed during the period when the animals were on the paddock line, following visual and direct observations, with instant registers 12 times a day every 30 minutes, with the aid of an ethogram. The design was completely randomized (CRD) for variables respiratory rate, heart rate, rectal temperature, coat temperature, coat thickness 2x1 (2 times and 1 genetic group). The means were submitted to analysis of variance and F test, at 5% probability. As for climate variables, we used a completely randomized design (CRD) 2x2 (2 times 2 conditions under the sun and under the shade). The data were submitted to analysis of variance and when significant by F test, they were compared by Scott Knott test at 5% probability. Climate variables caused differences in physiological parameters, but they were assimilated by the animal providing welfare. Thus, we conclude that animals are adapted to the climate of semiarid of Minas Gerais region. There were no changes in behavioral activities of crossbred cows in the semiarid of Minas Gerais, possibly due to the adaptation of these animals to the climatic conditions of the region.

Keywords: ambience, dairy cattle, heat stress

²Guidance Committee: Prof^a. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho - UNIMONTES (Advisor).

1.0 - INTRODUÇÃO

A pecuária é uma atividade que recebe grande influência dos fatores climáticos, os quais interferem na produtividade e no manejo dos animais. O desempenho produtivo e reprodutivo destes animais diminui consideravelmente, principalmente durante o verão, quando a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar atingem valores elevados considerados estressantes, especialmente quando associados à radiação solar intensa (SOUZA *et al.*, 2010; PIRES, 2006).

O ambiente termicamente estressante, seja por frio ou calor, é um dos fatores de maior impacto econômico na eficiência do rebanho, tendo efeitos negativos tanto na produção quanto na reprodução principalmente de vacas leiteiras (BILBY *et al.*, 2009).

O estresse caracteriza-se pela soma de mecanismos de defesa do animal a um agente estressor. Como progresso da bovinocultura, surgiu uma série de problemas metabólicos e de manejo, destacando-se, entre eles, o estresse calórico. A suscetibilidade dos bovinos ao estresse calórico eleva à medida que a umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação de calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho (FERREIRA *et al.*, 2006).

No intuito de reduzir os desvios energéticos corpóreos do bovino a fim de se manter a homeotermia, diversos cruzamentos genéticos são realizados com o propósito de obter raças bovinas adaptadas às condições dos trópicos. Entretanto, essa questão ainda é amplamente estudada principalmente quando se busca o aumento na produção de animais em regiões estressoras como o semiárido (LEME *et al.*, 2005).

A região Norte-Mineira é caracterizada por baixo índice pluviométrico (838,4 mm) e um regime sazonal de chuvas mal distribuídas com grandes concentrações nos meses de novembro a março e altas

incidências de insolação com 2870 horas, com maiores ocorrências nos meses mais secos (agosto, setembro e outubro). Segundo a classificação de Köppen, o clima típico é Aw, isto é de savana com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18°C.

A característica climática da região interfere na produção leiteira do Norte de Minas Gerais, visto que anualmente são produzidos 261 milhões de litros de leite, cerca de 4% da produção estadual, sendo os pequenos produtores responsáveis por 51% dessa produção (SEAPA, 2012). Esse tipo de produção é caracterizada por unidade familiar, pois são propriedades pequenas, abaixo de 50 ha, e que se encontra aquém das outras regiões mineiras.

No entanto, acredita-se que essa situação é possível de ser modificada, a partir da realização de pesquisas científicas e trabalhos de extensão que levem ao produtor de leite sugestões que visam melhorar a produção.

A maioria das pesquisas relacionadas ao conforto térmico e bem-estar animal, na região Norte de Minas Gerais são realizadas em salas de espera ou em currais cobertos, sendo deficitário o estudo voltado para o período em que os animais encontram-se a pasto.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho caracterizar a condição de conforto térmico bem como os parâmetros fisiológicos e comportamentais de vacas 3/4 Holandês-Zebu, mantidas a pasto com oferta de sombreamento natural no verão e inverno.

2.0 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1-Produção de leite no Brasil

O leite pode ser considerado um dos alimentos mais ricos e completos, visto que apresenta alto teor de proteínas e sais minerais (COSTA *et al.*, 1992).

A produção de leite constitui uma das principais atividades agropecuárias praticadas no Brasil. Apresenta grande importância econômica e social para o agronegócio nacional. Diversos fatores como o fluxo de renda mensal, o fácil escoamento da produção, somados à possibilidade de exploração em pequenas áreas, funcionam como atrativo para o setor (MENEZES *et al.*, 2012).

O Brasil ocupa posição de destaque na economia global de produção de leite, sendo o quarto maior produtor de leite do mundo, com uma produção de 32,1 bilhões de litros em 2013 (IBGE 2013).

Conforme os dados do IBGE (2013), dez estados se destacam na produção de leite: Minas Gerais, com uma produção de 8.756.114 bilhões de litros; Rio Grande do Sul com 3.879.455; Paraná com 3.819.187 bilhões; Goiás com 3.484.041; Santa Catarina 2.531.159 com bilhões; São Paulo com 1.601.220 bilhão; Bahia com 1.181.339 bilhão; Pernambuco com 953.230 milhões; Mato Grosso 743.191 milhões de litros, e, em décimo lugar, aparece o estado de Rondônia com 706.647 milhões de litros.

A atividade leiteira está presente em cerca de 1,8 milhões de propriedades brasileiras, sendo considerada uma das mais importantes da agropecuária (IBGE, 2013).

O Brasil possui o segundo maior rebanho leiteiro bovino do mundo, por esta razão possui potencial de produção maior que a apresentada atualmente. Além disso, o potencial de produção de leite em regime de pasto

é elevado, uma vez que quase 80% de seu território está na faixa tropical, com possibilidade de produção de forragem durante todo o ano (OLIVEIRA e CARVALHO, 2006).

2.2 - Importância do gado mestiço leiteiro no Brasil

A raça Holandesa é a matriz mais utilizada nos mais diferentes tipos de cruzamentos para formação do mestiço leiteiro, sendo essa base de cruzamento mais empregada quando o objetivo é a produção de leite. Normalmente é utilizado o touro Holandês em vacas zebuínas, em monta natural ou inseminação artificial. Contudo, a inseminação artificial tem sido a forma mais indicada pela possibilidade de utilizar animais provados, e ainda evitar o efeito do clima sobre o touro quando em monta natural (PEREIRA, 2012).

No Brasil a produção média de uma vaca Holandesa varia de 6.000 kg a 10.000 kg, sendo a produção nacional média ajustada para idade adulta de 9.036 kg em lactação de 305 dias (AUAD *et al.*, 2010).

As raças zebuínas apresentam rusticidade, suportando bem as variações edafoclimáticas e apresentando, em épocas secas, boa condição corporal. Esses animais possuem alta capacidade de transformar alimentos fibrosos em carne e leite, sendo indicado para a criação no semiárido (MOURA *et al.*, 2009).

Os cruzamentos exploram a complementaridade entre as raças, geralmente uma fornece o potencial de produção e a outra rusticidade e facilidade de adaptação. Além disso, verifica-se outro efeito não aditivo que favorece a expressão de características principalmente de baixa herdabilidade e ou reprodutivas, superior à média dos pais, denominado heterose. Na primeira geração do cruzamento de duas espécies diferentes, esse efeito tem a expressão de 100%, portanto, animais F1 têm uma maior vantagem em relação a outros graus de sangue (PEREIRA, 2004).

Na pecuária leiteira há uma predominância da raça Holandesa nos cruzamentos genéticos, tendo o “Girolando” como o cruzamento mais comum (Holandês com o Gir). Cerca de 70% da produção de leite no Brasil provêm de vacas mestiças advindas da união de um animal Holandês com o Zebu (MEIRELES, 2005).

2.3 – Ambiente térmico e a criação de bovinos a pasto em região tropical

O ambiente externo compreende todos os fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos que interagem com o animal, produzindo reações no comportamento desses, definindo, portanto, o tipo de relação ambiente-animal. Dessa forma, o animal porta-se como um sistema termodinâmico, que, continuamente, troca energia com o ambiente. Nesse processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, influenciando na quantidade de energia trocada entre ambos, havendo, no entanto, a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (BAÊTA e SOUZA, 2010).

O ambiente exerce influência direta sobre o desempenho animal, de modo a interferir de forma positiva ou negativa, dependendo do nível de conforto ou de estresse, respectivamente, promovido por ele. Assim, as funções reprodutivas, o crescimento, o consumo alimentar, consumo de água, e, ainda, os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura do pelame) são afetados negativamente em condições ambientais adversas à zona de termoneutralidade (26 – 28°C da temperatura ambiente) (SILVA, 2000).

Para alguns grupos genéticos de bovinos, a baixa adaptação às condições de clima e de manejo, prevalecentes em regiões tropicais, constitui um dos maiores problemas na produtividade do rebanho em algumas regiões brasileiras.

Minimizar efeitos do clima sobre os animais, em países de clima tropical e subtropical, tem sido uma constante preocupação dos produtores, visando amenizar a ação danosa das variáveis climáticas consideradas responsáveis pelo estresse calórico (LEME *et al.*, 2005).

No Brasil, predominam os sistemas de produção de leite nos quais o pasto é a base da alimentação dos animais. Por isso, é grande a demanda por estratégias para contornar a descontinuidade de produção de forragem durante o ano, em virtude das variações climáticas decorrentes das estações do ano, independente da localização geográfica. Em muitas regiões, aproximadamente 70 a 80% de sua produção concentram-se na época das chuvas (COSTA *et al.*, 2008).

Na criação a pasto, os animais ficam expostos à radiação solar direta, que pode vir a afetar a sua condição de conforto. Diante disso, a disponibilidade de sombras é um recurso de manejo de suma importância, uma vez que os efeitos negativos são percebidos na produção e na reprodução em vacas expostas principalmente à forte incidência de radiação solar (BARBOSA e DAMASCENO, 2002). A sombra natural formada por árvores e o uso de sombrites são as alternativas mais utilizadas no Brasil para promover a redução da carga térmica incidente sobre os animais.

Na opção pelo uso de sombreamento artificial, o mesmo deve ser projetado de forma a atender o maior número possível de animais ou promover a maior parcela de cobertura total corpórea (MELLACE, 2009). De acordo com Pires e Campos (2004), a tela de proteção do sombrite deve fornecer no mínimo 80% de sombra, altura mínima de 3 metros, largura de 4 metros, possuir orientação norte – sul, de forma que permita a incidência de radiação solar sobre o solo para que o mesmo se mantenha seco, em função da movimentação dos animais.

Mellace (2009) avaliou a eficiência da área de sombreamento para novilhas leiteiras e verificou uma redução de 5,4 °C na temperatura de globo negro (TGN) entre uma área não sombreada, comparada a uma área com 1,5

$\text{m}^2\text{sombra. animal}^{-1}$. O autor verificou ainda uma redução de 7,4 °C da TGN em um abrigo com área de 8,0 m^2 de $\text{m}^2\text{sombra.animal}^{-1}$ em comparação à área não sombreada, demonstrando, assim, que o provimento de sombra aos animais aumenta o seu conforto térmico, e, ainda, quanto maior a área de sombreamento proporcionada para cada animal do rebanho, maior será o conforto térmico conferido aos bovinos.

A sombra das árvores é alternativa mais efetiva, não só porque diminui a incidência de radiação solar, como também reduz a temperatura do ar através da evaporação de suas folhas e permite movimentação adequada do ar sob sua copa (PEREIRA, 2005).

Além disso, a sombra promovida por árvores, isolada ou em grupos, é a melhor opção, principalmente devido às questões de custo de implantação. As árvores devem estar presentes nos pastos e piquetes, para proteger as vacas da alta incidência de radiação solar, principalmente no verão (BARBOSA e DAMASCENO, 2002). A formação de pequenos bosques nos piquetes proporciona uma melhor condição de conforto aos bovinos do que a presença de árvores com distribuição isolada nas pastagens.

No sombreamento natural, o animal absorve pouca radiação térmica comparada com cobertura metal. Como consequência, quando a sensação térmica a céu aberto estiver entre 36 e 40°C, sob sombra natural será reduzida para 26 a 32° C. Para se conseguir a máxima eficiência na utilização da sombra, considerando que os animais não irão se aventurar em abandonar o conforto da sombra das árvores durante horas de calor intenso, o bebedouro e os cochos de alimentação devem estar sob a sombra, ou o mais próximo possível (PEREIRA, 2005).

2.4 - Índices de conforto

Segundo Baccari Júnior (1998), quando o animal se encontra em conforto térmico o custo fisiológico é mínimo, a retenção de energia na dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite são normais e a produção é ótima. O gasto de manutenção do animal ocorre a um nível mínimo e, assim, a energia do organismo pode ser dirigida para os processos produtivos, não ocorrendo desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico, o qual, em caso de estresse, pode ser rompido e, dessa forma, a frequência respiratória tende a ser normal.

O estresse térmico é causado pelos fatores climáticos (radiação solar, umidade, temperatura, ventos e pressão atmosférica) que caracterizam o ambiente térmico podendo causar o estresse que pode agir de forma negativa afetando o crescimento, a reprodução e a produção de leite, contribuindo também com perdas econômicas (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Desenvolvido por Buffington *et al.* (1981) para bovinos leiteiros mantidos a pasto, o índice de temperatura globo e umidade (ITGU) em seu cálculo considera a temperatura do globo negro e a temperatura do ponto de orvalho. Este índice é muito mais eficiente do que o Índice de temperatura e umidade (ITU). Usando ITGU engloba-se, não só a temperatura do ar, mas também o efeito da radiação, da umidade relativa, da pressão barométrica e o efeito do vento (MEDEIROS E VIEIRA, 1997).

Baêta e Souza (2010) classificaram os valores de ITGU e concluíram que até 74 indicam uma situação de conforto para os animais; de 74 a 78, situação de alerta; 79 a 84 situação perigosa e acima de 84 indicam uma situação de emergência.

Nas condições brasileiras, os sistemas de criação para a produção de leite são geralmente caracterizados por instalações semiabertas, as quais permitem que o animal tenha acesso a outra área, normalmente descoberta. Desse modo, o ITGU é um indicador mais preciso que o Índice de

temperatura e umidade ITU acerca do conforto térmico de vacas expostas a ambientes tropicais, com temperaturas elevadas e intensa radiação solar (SILVA, 2000). Em razão disso, o ITGU tem sido bastante utilizado nas pesquisas nacionais (MARTELLO *et al.*, 2004).

As fontes de radiação térmica que envolvem os animais em qualquer ponto do espaço constituem um dos fatores mais importantes do ambiente. É inquestionável que as trocas térmicas por radiação entre os animais e o ambiente assumem uma importância fundamental em climas tropicais. Em muitos casos, as constitui a diferença entre um ambiente favorável e outro insuportável. Ao efeito conjunto dessas fontes de radiação térmica chamamos carga térmica radiante (CTR) (MEDEIROS e VIEIRA, 1997).

O sombreamento deve ser parte obrigatória nos piquetes para que possa ser reduzida a CTR proveniente da radiação solar direta (BACCARI JÚNIOR, 1998).

Em piquetes onde não existe sombreamento natural, abrigos artificiais podem ser utilizados promovendo resultados satisfatórios aos bovinos leiteiros, de forma definitiva, ou ainda por período provisório até que sejam introduzidas árvores que ofereçam boa qualidade de sombra, visto que a sombra natural confere redução na carga térmica radiante igual a 26 %, além de reduzir valores de ITU, ITGU e TGN (temperatura de globo negro)(RODRIGUES *et al.*, 2010).

2.5 - Parâmetros fisiológicos

O ambiente climático associado às condições de manejo sanitário e nutricional forma um conjunto de fatores que interferem nas respostas fisiológicas dos animais (MARTELLO, 2006).

A temperatura corporal dos mamíferos é mantida dentro de estreitos limites, independente das variações ambientais de temperatura. Para a

manutenção da temperatura dentro desses limites, o animal necessita regular a velocidade do ganho e da perda de calor (ROBINSON, 2004).

De acordo com Marques (2001), a temperatura é controlada nos animais homeotérmicos pelo centro termorregulador que está localizado no hipotálamo. As células periféricas especializadas transmitem as sensações de frio ou de calor para o sistema nervoso central que passa essas informações para o hipotálamo. O controle da temperatura ocorre tanto para produção de calor em ambientes frios, quanto para perda de calor em ambientes quentes, sendo o hipotálamo anterior responsável pelo comando da perda de calor em ambientes quentes e o hipotálamo posterior pelo comando para produção de calor em ambientes frios.

Consoante Robinson (2004), um animal homeotérmico ao ser exposto a quantidade de calor estressante reage, inicialmente, promovendo uma vasodilatação periférica, aumentando o fluxo sanguíneo na pele e nos membros. Essa elevação no fluxo sanguíneo eleva a temperatura aumentando o gradiente térmico entre pele, membros e ambiente, resultando em maior perda de calor para o ambiente por radiação e por convecção.

A temperatura retal e a frequência respiratória são indicadores fisiológicos importantes na avaliação termorregulatória, sendo a temperatura retal a melhor forma de estimar a temperatura corporal. A temperatura retal normal dos bovinos admite variação de 38 a 39,3°C, a frequência respiratória pode oscilar de 15 a 30 movimentos por minuto (PEREIRA, 2005).

Hansen (2005) relatou que o melhor caminho para se determinar como as vacas são afetadas pelo estresse térmico é por meio da mensuração da temperatura retal. A temperatura corporal normal da vaca é de aproximadamente 38,5 °C e tem sido mostrado que acréscimos de 0,5°C na temperatura corporal provocam declínio na taxa de concepção de 12,8%, tendo efeito substancial na lactação subsequente. Um acréscimo da temperatura corpórea é geralmente acompanhado de elevadas temperaturas do ambiente.

De acordo com Morais *et al.* (2008), quando os mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos não são eficientes, o calor metabólico somado com o calor recebido do ambiente torna-se maior que a quantidade de calor dissipada para o ambiente, em consequência a isso pode ser notado nesses animais um aumento da temperatura retal.

Bianca (1973) afirmou que a evaporação respiratória depende do volume do ar que circula por unidade de tempo nas superfícies úmidas do trato respiratório. A ventilação é resultado da frequência e profundidade da respiração. Animais sob estresse térmico acentuado e prolongado mudam o tipo de respiração. A taquipnéia superficial cede lugar a uma respiração mais lenta e profunda, possibilitando um incremento temporário na ventilação alveolar (BIANCA e FINDLAY, 1962). Porém, esta segunda fase respiratória, de certo modo, apresenta efeitos desfavoráveis como alcalose respiratória, devido à grande quantidade de CO₂ eliminado.

O primeiro mecanismo acionado para perda de calor é a vasodilatação, o segundo é a sudorese e o próximo é a respiração, sendo o aumento na frequência respiratória (FR) o primeiro sinal visível. O aumento ou a diminuição da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (MARTELLO, 2006).

Han *et al.* (1997) afirmaram que uma frequência de 60 mov.min⁻¹ indica que o estresse térmico nos animais está ausente ou mínimo, sendo que numa carga excessiva de calor esses movimentos ultrapassam 120 mov.min⁻¹, e que acima de 160 mov.min⁻¹ requer medidas de emergência, como a nebulização ou aspersão.

O aumento da frequência respiratória por um determinado intervalo de tempo é uma resposta termolítica. Todavia, se esse período se prolonga ocasiona um aumento no calor endógeno, em função da atividade muscular. Além de interferir na ingestão de alimentos e ruminância, desviam energia de outros processos metabólicos. O aumento da frequência respiratória causa

diminuição parcial de CO₂ no sangue e conseqüentemente de ácido carbônico, resultando em uma alcalose respiratória (VILELA *et al.*, 2013)

De acordo com Nääs e Arcaro Júnior (1989), a frequência cardíaca de uma vaca leiteira em situação de conforto encontra-se por volta de 60 a 80 pulsações por minuto.

A superfície corpórea dos animais é constituída pela epiderme e seus anexos (pelos, lã, glândulas sudoríparas) e serve como meio de contato entre os seres e o meio externo, protegendo tanto do calor como do frio (SILVA, 2000).

A temperatura da superfície corporal é dependente das condições climáticas do ambiente, sofrendo influência dos fatores climáticos (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento etc.) e também pelas condições fisiológicas como vascularização e sudação (FERREIRA *et al.*, 2006).

O tipo de pigmentação e outras características do pelame envolvendo a transferência de calor em animais têm sido extensivamente estudados (SILVA *et al.*, 2003). Entre os aspectos que interessam diretamente aos animais que são criados em ambientes tropicais, destacam-se os relacionados à proteção contra radiação solar e à eficiência de termólise.

Em conformidade com Souza Júnior (2008), o pelame dos animais tem um papel muito importante em suas trocas térmicas do organismo para o ambiente, além de ter a função de proteção contra a radiação solar.

Segundo Silva (1999), um bovino mais adequado para ser criado a campo aberto em regiões tropicais deve apresentar um pelame de cor clara com pelos curtos, finos, medulados e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada.

Consoante Nicolau *et al.* (2004), as características morfológicas da pelagem variam de acordo com a estação do ano, nos meses mais frios os animais apresentam pelagem mais espessa e pelos mais longos enquanto que nos meses mais quentes os pelos se tornam mais finos mais curtos, devido a

mudança de temperatura.

2.6 - Parâmetros comportamentais

O comportamento de pastejo dos bovinos é comum a todos os animais da mesma espécie. A rotina diária envolve várias fases comportamentais: apreensão do alimento, ruminação, deslocamento e ócio (PIRES *et al.*, 2001).

Os conhecimentos gerados a partir do comportamento animal tornam-se importantes para estruturação e acompanhamento dos sistemas de produção como um todo, incluindo atividades individuais e seus ambientes sociais e físicos, sendo possível uma melhor compreensão das causas que norteiam as ações dos animais (STRICLIN e KAUTZ-SCANAVY, 1984)

O entendimento dos padrões de comportamento e o conhecimento fisiológico dos animais em ambientes tropicais são fundamentais para o desenvolvimento de práticas de manejo, visando um melhor desempenho dos animais (GOMES *et al.*, 2008).

Alterações do comportamento são realizadas pelo animal com o objetivo de reduzir a produção de calor ou promover a sua perda, evitando estoque adicional de calor corporal. Essas alterações referem-se à mudança do padrão usual de postura, movimentação e ingestão de alimentos (LEME *et al.*, 2005).

Em dias quentes, com temperaturas elevadas e intensa radiação solar, as vacas pastejam mais no início da manhã, final da tarde e à noite. Nos horários mais quentes do dia procuram abrigar-se à sombra ou entram na água para se refrescar (BARBOSA e DAMASCENO, 2002).

Conforme Pires *et al.* (2001), uma vaca em lactação necessita de, pelo menos, 10 horas de pastejo diário para consumir os nutrientes necessários para produzir 12 kg leite dia⁻¹.

Zanine *et al.* (2009), avaliando comportamento ingestivo, no verão, de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e *Coastcross*, observaram que o tempo de ruminação variou de 8,72 a 8,83 horas e o ócio de 5,19 a 2,91 horas.

De acordo com Albright (1993), a ruminação é uma atividade que permite a regurgitação, mastigação e a passagem do alimento previamente ingerido para o interior do rúmen. Como vacas passam menos tempo dormindo que outras espécies, os estímulos da ruminação permitem o descanso fisiológico e a recuperação física, que normalmente ocorreria por meio do sono profundo. Durante a ruminação, deitadas ou de pé, as vacas ficam quietas e relaxadas com suas cabeças baixas e as pálpebras semicerradas.

Segundo Damasceno *et. al* (1998), as vacas preferem ruminar deitadas, mas em altas temperaturas, os animais passam a ruminar mais tempo em pé, devido ao estresse por calor.

Uma das formas de defesa dos animais contra as temperaturas elevadas é a ingestão de água. O organismo dos animais é constituído, em peso, por aproximadamente 2/3 de água. Tal fato leva a se atentar para a presença da água em todos os processos vitais e reconhecer a importância de oferecê-la em quantidade suficiente e qualidade desejável, a qualquer que seja o tipo de criação (MACARI, 1995).

De acordo com Baccari Junior (2001), o aumento no consumo de água possui uma importância vital, pois a água, além de nutriente essencial, promove o resfriamento do corpo e supre as necessidades do organismo em consequência das perdas evaporativas durante o estresse térmico.

Em condições termoneutras o animal necessita ingerir 3 litros de água para produzir 1 kg de leite, podendo aumentar conforme o consumo de matéria seca (BACCARI JÚNIOR, 1998).

O ócio pode ser definido como o período em que o animal não está comendo, ruminando ou ingerindo água (ALBRIGHT, 1993).

Conforme Camargo (1988), os animais em ócio permanecem em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite se mantêm deitados. No verão os animais substituem as atividades de ingestão de alimento e ruminação pelo ócio, numa tentativa de reduzir a produção de calor metabólico (COSTA, 1985).

3.0-MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Bela Vista, unidade familiar, localizada no município de Verdelândia (MG), distante 40 km de Janaúba (MG). De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é tropical com estação seca Aw, com índice pluviométrico de 876 mm e umidade relativa variando de 70 a 50%, sendo atribuídos valores menores que 50% na época da seca.

O experimento ocorreu em duas épocas distintas, verão e inverno, sendo que a primeira época aconteceu no período de 28 de fevereiro a 17 de março de 2013, e a segunda época ocorreu de 9 de agosto a 25 de agosto de 2013.

Foram selecionadas 10 vacas 3/4 Holandês-Zebu, todas de terceira cria, com média de produção de 14 kg dia⁻¹ com peso médio de 570 kg. Todos os animais compreendiam o terço médio de lactação. Na segunda época experimental (inverno), os 10 animais foram substituídos, contudo, foram utilizados os mesmos critérios da primeira época para a seleção dos animais (produção, fase de lactação e escore corporal).

Na primeira fase experimental, os animais foram mantidos em pastagem formadas com *Brachiaria decumbens*, em um piquete de 21 hectares com sombreamento favorecido por árvores nativas já existentes na área e distribuídas de forma aleatória. Nessa área a fonte de água existente disponível para os animais era um fosso reposito com a água da chuva.

Na segunda fase experimental os animais ficaram confinados em um piquete de 5000 m² com sombreamento aleatório fornecido por árvores nativas. No piquete havia cochos onde era fornecida silagem de sorgo, associada ao resíduo de tomate duas vezes ao dia, e um reservatório de água para que os mesmos ingerissem água a vontade. A área do sombreamento na primeira época foi dividida em três locais de acordo com a preferência dos animais e a distância do mesmo ao bebedouro. O primeiro local fornecia

uma sombra de $6 \text{ m}^2\text{animal}^{-1}$ e ficava a 15 m de distância do bebedouro. O segundo local fornecia uma sombra equivalente a $4 \text{ m}^2\text{animal}^{-1}$, ficava distante do reservatório de 72m, já o terceiro local fornecia uma sombra inferior a $3 \text{ m}^2\text{animal}^{-1}$, sendo a distância de 50 m do bebedouro.

Na segunda época o sombreamento foi dividido em locais de acordo com a preferência e a distância dos animais ao bebedouro. O primeiro local fornecia um sombreamento de $5 \text{ m}^2\text{animal}^{-1}$ e ficava a 50 m do bebedouro e a 72 m dos comedouros, já o segundo local fornecia um sombreamento de $2 \text{ m}^2\text{animal}^{-1}$ e se distanciava a 20 m dos cochos de alimentação e 42 m do bebedouro.

Na primeira fase experimental, compreendida entre 28 de fevereiro a 17 de março de 2013, a região Norte de Minas Gerais, assim como todas as regiões pertencentes ao semiárido brasileiro, passou por um longo período de escassez de chuvas, caracterizando um forte veranico, comprometendo tanto a qualidade como a quantidade das pastagens, que é a principal fonte de alimento para os ruminantes. Diante desta situação, o proprietário da fazenda optou em eliminar a ordenha vespertina com intuito de preservar os seus animais durante o verão.

Com a paralisação da ordenha da tarde não foi possível mensurar os parâmetros fisiológicos neste período, somente no período da manhã.

3.1- Variáveis analisadas

3.1.1-Ambiente térmico

Foram realizadas medições diárias das seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco, umidade relativa e temperatura de globo negro, a fim de se calcular posteriormente o ITGU (Índice de Temperatura do Globo e Umidade) e a CTR (Carga Térmica Radiante). Os instrumentos específicos para medição da temperatura de bulbo seco e

umidade relativa foram instalados na sala de ordenha, no pasto e na área de confinamento.

Para coletar as variáveis climáticas utilizou-se 2 “dataloggers” de leitura contínua da marca Extech, modelo RTH10, programados para coletar os dados a cada 10 minutos.

Os equipamentos foram instalados em tripés a uma altura de 1,6 metros. Cada um contendo: um “datalogger” responsável por coletar os dados de temperatura e umidade relativa do ar e um “datalogger” dentro de um globo negro (determinar a temperatura de globo negro) foi posicionado, a sombra e outro ao sol.

A partir dos registros de dados, foi calculado o índice de temperatura e umidade propostos por Buffington *et al.*(1981) obtido com a seguinte expressão.

$$ITGU = Tgn + 0,36 \times Tpo + 41,5 \quad \text{eq. 1}$$

Onde:

Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C)

Tgn= temperatura do globo negro (°C)

Além do ITGU, buscou-se caracterizar a condição de conforto por meio também da carga térmica radiante (CTR) incidente sobre os animais, para tal, além das variáveis climáticas utilizadas no cálculo de ITGU, foi necessário obter os valores ocorridos de velocidade do ar. Essa variável foi coletada de hora em hora, por meio de um anemômetro digital portátil, modelo AD 250, marca Instrutherm. A CTR foi calculada por meio da equação 2 descrita abaixo:

$$CTR = s (TRM)^4 \quad \text{eq. 2}$$

Em que:

CTR= carga térmica de radiação, em W. m⁻²

S = constante Stefan – Boltzmann (5,67 x 10⁻⁸W.m⁻²K⁻⁴)

TRM = temperatura radiante média, k;

A TRM pode ser obtida segundo a equação:

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51x \sqrt{vx(tgn - tbs)} + \left(\frac{tgn}{100}\right)^4} \quad \text{eq. 3}$$

Em que:

TRM = temperatura radiante média, em k;

V = velocidade do vento, em m/s

Tgn = temperatura do globo negro (°C);

Tbs = temperatura de bulbo seco (do ar), em k.

3.1.2- Parâmetros fisiológicos

Os parâmetros fisiológicos foram analisados em um tronco coberto próximo à sala de ordenha, após o término das duas ordenhas (6 h e 16 h 30 min), a temperatura retal, a temperatura de pelame, frequência respiratória e batimentos cardíacos foram analisados em um tronco coberto próximo à sala de ordenha.

A temperatura retal foi determinada com o auxílio de um termômetro clínico digital veterinário inserido no reto e encostado seu bulbo na mucosa do animal, evitando, assim, a interferência das fezes sobre o resultado.

A temperatura corporal foi avaliada também durante o período em que os animais estiveram no pasto e na sombra. A temperatura da superfície do pelame foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro de infravermelho digital portátil. A média ponderada foi calculada atribuindo-se peso de 10% para a frente, 70% para o

dorso, 12% para a canela e 8% para o úbere de acordo com a metodologia recomendada por Souza (2003):

$$\text{TPE} = 0,10 \times \text{T. frente} + 0,7 \times \text{T. dorso} + 0,12 \times \text{T. canela} + 0,08 \times \text{T. úbere eq. 4}$$

Em que:

TPE = temperatura do pelame

T = temperatura (°C)

Para a medição da frequência respiratória, foram observados visualmente os movimentos respiratórios na região do flanco do animal, contados em 15 segundos, por meio de um cronômetro e posteriormente multiplica o valor encontrado por quatro para obter o número de movimentos respiratórios por minuto (MARTELLO *et al.*, 2004).

A aferição da frequência cardíaca ocorreu por meio de auscultação com o uso de estetoscópio apoiado nos primeiros espaços intercostais, no lado esquerdo do animal e posicionado abaixo da escápula e na região próxima ao esterno, onde foi feita a auscultação por 15 segundos, e, posteriormente, multiplicado o resultado por 4 para cálculo por minuto.

Os valores de temperatura de superfície no campo foram obtidos mediante o uso de termômetro infravermelho com mira laser em três horários do dia (8, 12 e 15 horas) no período em que os animais estiveram a campo.

As amostras do pelame foram coletadas uma vez a cada período experimental. Foi utilizado um alicate do tipo “bico de pato”, na região do costado, 20 cm abaixo da coluna vertebral, no centro do tronco, método proposto Lee (1953). Junto ao seu eixo, atrás das mandíbulas, foi colocado um afastador metálico de dimensões tais que, quando o alicate é firmemente fechado, suas mandíbulas permanecem afastadas entre si numa distância de 2 mm. O alicate é então pressionado em ângulo reto com a pele, o afastador removido e as mandíbulas fechadas com força; num movimento rápido, arrancam-se todos os pelos da área de abertura do alicate.

As medições e amostragens foram feitas para o pelame preto. As amostras foram acondicionadas em envelopes de papel e identificadas, para posteriormente serem determinadas as características morfológicas do pelame.

A espessura da capa de pelame foi determinada “in situ”, no mesmo local de amostragem dos pelos, usando-se uma régua metálica, graduada em milímetros, provida de um cursor. A régua foi introduzida perpendicularmente à superfície do animal, até tocar a sua pele e o cursor movido até tocar a superfície externa do pelame, quando foi realizada a leitura.

Posteriormente, foi determinada a densidade numérica do pelame, estimada pela contagem do número de pelos retirados nas amostras, (área de abertura promovida no bico do alicate). Além disso, foi determinado o comprimento médio dos pelos por meio de um paquímetro digital, com o qual foram medidos os dez maiores pelos da amostra, eleitos por análise visual e finalmente foi calculada a média aritmética do comprimento desses pelos, segundo o procedimento recomendado por Udo (1978).

3.1.3- Parâmetros comportamentais

As observações aos animais ocorreram durante o tempo de pastejo que compreendeu das 8 às 16 horas. Os parâmetros comportamentais foram observados durante o período em que os animais estavam no piquete, seguindo observações visuais e diretas, com registros instantâneos 12 vezes ao dia com intervalos de 30 minutos, com auxílio de um etograma que registrava as seguintes ações:

- **Pastejo:** quando os animais forem observados no momento do ato de pastejar, consumindo efetivamente o pasto;
- **Ruminação:** quando os animais estiverem ruminando, que é um processo no qual o alimento, já engolido, retorna para a boca para

que se promova novamente a quebra das partículas, através de movimentos que a mastigação promove, onde este alimento retorna ao rúmen quantas vezes forem necessárias. Também subdividido em ruminando em pé e ruminado deitado;

- Ingestão de água: quando os animais forem observados bebendo água no bebedouro com água limpa;
- Ócio: quando os animais forem observados parados, deitados ou em pé, sem outra atividade aparente;
- Deslocamento: quando os animais forem observados movimentando no momento do registro.

4.0- ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) para as variáveis frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, temperatura de número de pelos, espessura do pelame 2x1 (2 épocas e 1 grupo genético). As médias foram submetidas a análise de variância e teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (5.2) (FERREIRA, 2008).

As variáveis oriundas da contagem de pelos foram testadas quanto às hipóteses básicas da estatística (homogeneidade, normalidade e aditividade).

Os valores de temperatura de superfície foram submetidos à análise de variância e quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste Skott Knott, a 5% de probabilidade. Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + G_j + P_k + E_{ijk} \quad \text{eq. 5}$$

Em que:

E_i = Época (verão e Inverno)

G_j = Grupo genético $\frac{3}{4}$

P_k = Parâmetros Fisiológicos

E_{ijk} = erro experimental associado a todas as observações

Para as variáveis climáticas, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) 2x2 (2 épocas e 2 condições, ao sol e à sombra). As médias foram submetidas à análise de variância e, quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste Skott Knott, a 5% de probabilidade. Foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + A_j + C_k + E_{ijk} \text{ eq. 6}$$

Em que:

E_i = Época (verão e Inverno)

A_j = Ambiente

C_k =Condição (sol e sombra)

E_{ijk} = erro experimental associado a todas as observações

Os dados de comportamento foram analisados pelo procedimento PROC FREQ do SAS no qual se aplica as variáveis discretas e qualitativas (SAS Institute, 2004).

5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Caracterização do ambiente térmico

5.1.1–Variáveis climáticas observadas no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.

Na Tabela 1 estão descritos os dados climatológicos das duas épocas experimentais ao longo do dia.

TABELA 1. Variáveis climatológicas do ambiente experimental nas épocas do verão e inverno

Variáveis	Verão	Inverno
Temperatura ambiente mínima	24,34 °C	17,45°C
Temperatura ambiente máxima	41,65°C	35,51°C
Temperatura ambiente média	34,8 °C	29,55 °C
Umidade relativa mínima (%)	27,87	30,01
Umidade relativa máxima (%)	68,84	65,7
Umidade relativa média (%)	43,4	42,89
ITGU mínimo	72,49	60,78
ITGU máximo	94,35	82,67
ITGU médio	87,95	77,97
CTR mínima	389,13	345,81
CTR máxima	504,25	481,51
CTR média	473,74	459,48

A temperatura média do ambiente para as duas épocas foi acima da temperatura de conforto para os animais, caracterizando desta forma uma

condição de desconforto térmico, pois temperaturas acima de 26,7 °C contribuem para o aumento do calor corporal, desvios metabólicos e declínio no consumo de alimento (Tabela 1).

Silva *et al.*(2013), trabalhando com animais da raça Holandesa, encontraram o valor médio de 29 °C de temperatura ambiente, valor, de acordo com Thatcher e Collier (1981), acima do conforto dos animais.

Conforme Lima (2006) existe uma relação entre a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar para determinar o conforto térmico para os animais, correlacionando a temperatura média do ambiente e a umidade relativa média do verão, que pode ser caracterizada por meio da avaliação dos índices de conforto térmico.

A temperatura mínima observada nas duas épocas, verão e inverno (Tabela1), estão de acordo com os dados observados na literatura, que são de 4 °C a 24 °C, segundo Martello *et al.*(2004); e de 13 °C a 27 °C conforme Pires e Campos (2001), que afirmam que dentro dessa faixa de temperatura os animais mantêm sua homeotermia sem gastos adicionais, sua alimentação e produção normais. No entanto, a temperatura máxima esteve superior à zona de conforto térmico provocando aos animais situações de estresse térmico, principalmente quando associada com baixa umidade relativa (Tabela 1) e (Gráfico 1). De acordo com Perissinotto *et al.* (2007), baixa umidade relativa do ar deve estar associada com baixas temperaturas não excedendo 27 °C para promover uma situação de conforto térmico aos animais. Pires e Campos (2001) sugerem uma umidade relativa de 50 a 70% associada a temperaturas amenas não ultrapassando a 27 °C. Assim, a temperatura mínima e a umidade relativa máxima observada nas duas épocas estão associadas promovendo maior conforto aos animais (Tabelas 1 e 4).

Na tabela 2 estão descritas as variáveis climatológicas ao longo do dia durante as duas épocas experimentais, verão e inverno.

TABELA 2. Variáveis climatológicas do ambiente experimental nas épocas do verão e inverno, ao longo do dia.

VERÃO			
HORÁRIO	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do ar (°C)	UR (%)
	SOL	SOMBRA	
06	24,34	24,15	68,84
08	28,61	26,89	55,32
10	38,57	31,36	43,51
12	40,73	34,15	36,46
14	41,65	34,79	31,44
16	38,2	35,49	27,87
18	31,55	31,42	40,38
INVERNO			
06	17,45	16,19	65,7
08	26,49	23,32	51,18
10	31,49	27,24	40,66
12	34,82	29,76	31,4
14	35,51	31,09	30,01
16	33,64	30,94	37,36
18	27,51	25,32	43,96

A temperatura do ar ao sol no período do verão foi superior em todos os horários quando comparada com a temperatura do ar na sombra no verão. Nota-se que essa variável ao sol no verão foi superior ao inverno (Tabela 2).

A temperatura do ar à sombra foi inferior em todos os horários sem distinção de época quando comparada com a temperatura do ar ao sol, principalmente às 14 h quando a temperatura ao sol alcançava seu ápice. No

verão foi evidenciada uma diferença de 6,86 °C, enquanto no inverno uma diferença de 4,42 °C. Esse fato pode ser explicado devido as árvores diminuírem a incidência de radiação solar, como também reduzir a temperatura do ar através da evaporação de suas folhas. Navarine *et al.* (2009) trabalharam com diferentes condições de sombreamento para bovinos, encontraram os seguintes valores para temperatura do ar: 26,9 °C, 28,6 °C e 30,5 °C, para os tratamentos de pequenos bosques, árvores isoladas e pleno sol, respectivamente.

A umidade relativa nas duas épocas se manteve abaixo dos 70%, sendo considerada ideal para as trocas de calor, principalmente calor sensível. A temperatura do ar à sombra no inverno associada à baixa umidade relativa proporcionou aos animais situação de conforto (Tabelas 2 e 3). Baêta e Souza (2010) consideram que, para bovinos, as melhores condições climáticas sejam de temperatura entre 10 °C e 27 °C, umidade relativa do ar de 60 a 70%.

No Gráfico 1, estão apresentados os valores de ITGU ocorridos ao longo do dia nas duas épocas experimentais. Durante o verão, pode-se observar que os valores ocorridos foram superiores aos verificados no inverno, para todos os horários.

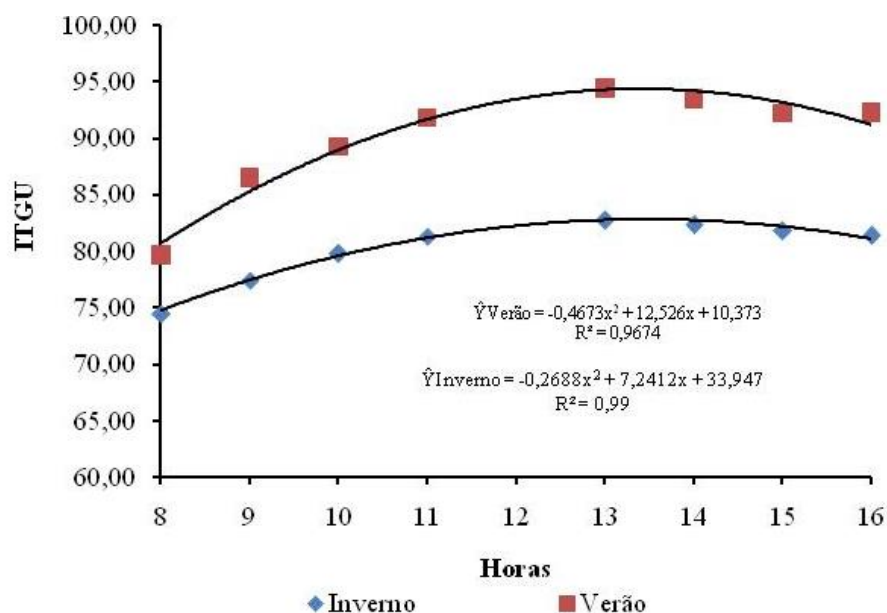


Gráfico 1: Valores médios de ITGU observados no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais.

De acordo com Baêta e Souza (2010), valores existentes de ITGU até 74 indicam uma situação de conforto para os animais; de 74 a 78, situação de alerta; 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84 indicam uma situação de emergência ou desconforto térmico.

Diante dos dados demonstrados no Gráfico 1, verifica-se que, embora no verão os valores coletados tenham diferenciado dos dados do inverno, nas duas épocas o ITGU se comportou de maneira crescente até as 14 h. Constata-se que os valores médios estiveram acima da condição de conforto térmico recomendado por Baêta e Souza (2010) principalmente no verão, uma vez que logo as 08h o ambiente proporcionava uma situação perigosa para os animais alcançando valores emergenciais às 13 h. Todavia, no inverno, os valores de ITGU foram mantidos abaixo de 80 proporcionando aos animais uma situação de alerta, no entanto quando comparado com o verão, o ambiente térmico do inverno pode ser

considerado confortável para os animais pelas baixas temperaturas (Tabela 1), conseqüentemente menores números de ITGU.

Vilela *et al.* (2013), analisando respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas em lactação no município de Pirassununga (SP), verificaram ITGU de 78,9 para ambiente sombreado no verão.

Martello (2002) relatou valores, no verão, em Pirassununga (SP), de ITGU da ordem de 72, 73,2 e 74,2 para o turno da manhã (8 horas) e 80,9, 76,7 e 80,7 para o turno da tarde (13 horas), respectivamente, quando se avaliaram diferentes sistemas de climatização (sem climatização, climatizada e com malha de sombreamento). Os valores encontrados pelo autor foram semelhantes aos deste trabalho.

Silva *et al* (2011), avaliando comportamento ingestivo de vacas Girolandas sob diferentes taxas de lotação na Zona da Mata Seca em Pernambuco, constataram valores de ITGU variando de 79 a 83.

5.1.2- Índice de temperatura de globo negro e umidade ao sol e à sombra ao longo do dia, durante o verão e o inverno

Conforme observado na Tabela3, o ITGU apresentou valores crescentes para as duas condições; no entanto, verificou-se que, significativamente, os valores no verão foram superiores aos registrados no inverno.

TABELA 3. Valores médios de ITGU observados no campo ao longo do dia, sob sol e sombra.

Condição	Horário	Verão	Inverno
Sol	8	81,37 Aa	76,11 Ab
	9	91,30 Aa	80,24 Ab
	10	95,20 Aa	83,16 Ab
	11	98,54 Aa	84,81 Ab
	13	100,44 Aa	85,53 Ab
	14	98,75 Aa	85,16 Ab
	15	96,71 Aa	84,15 Ab
	16	96,30 Aa	83,41 Ab
Sombra	8	77,79 Ba	72,76 Bb
	9	81,63 Ba	74,58 Bb
	10	83,18 Ba	76,34 Bb
	11	84,94 Ba	77,75 Bb
	13	88,26 Ba	79,81 Bb
	14	88,07 Ba	79,36 Bb
	15	87,57 Ba	79,46 Bb
	16	88,11 Ba	79,40 Bb
CV (%)		4,5	

Médias seguidas com letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Durante o inverno, logo às 08h, os valores ocorridos foram considerados estressantes (acima de 74). No verão, os valores de ITGU atingiram condições preocupantes, tanto à sombra como ao sol, sendo que neste último os animais estavam expostos às 13h a 100,44 ITGU.

O ITGU ao sol comporta-se sempre de forma superior quando comparado com o sombreamento natural, visto que as árvores, além de

protegerem os animais contra a radiação solar direta, têm a capacidade de reduzir a temperatura por meio de processos bioquímicos como a fotossíntese e a respiração, proporcionando ao animal uma condição de bem-estar, pois, além de reduzirem a temperatura do ambiente, contribuem para redução da temperatura do animal.

Tanto para o sol quanto para a sombra, os dados se manifestaram na ordem crescente até às 13 horas. Esse aumento era esperado, uma vez que as maiores temperaturas do ar são observadas entre 12 h e 15 h.

Souza *et al.* (2007), avaliando o ITGU em bovinos no semiárido paraibano, encontraram valores variando de 87,98 a 97,64 à sombra e ao sol respectivamente.

Navarine *et al.* (2009) citaram que os valores de ITGU foram elevados e crescentes ao longo do dia até às 15 h, quando se avaliou a condição de pequenos bosques, árvores isoladas e pleno sol, encontrando ITGU de 80, 83 e 88 respectivamente.

Titto (2006) avaliou o efeito do ITGU e constatou os valores 96,5, 95,7 e 96,1, respectivamente, para os tratamentos sob sombra natural, sombra artificial e sem disponibilidade de sombra sobre o comportamento de touros da raça Simental a pasto. O autor observou maiores registros de ITGU a partir das 12 h e, em todos os tratamentos, caracterizou-se condição de emergência.

5.1.3 – Carga térmica radiante observada no campo ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais

De acordo com o Gráfico 2, pode-se verificar que a CTR no verão apresentou valores superiores em todos os horários de coleta. Acredita-se que esse fato possa ter ocorrido porque assim como no ITGU, a CTR é crescente e acumulativa ao longo do dia, atingindo valores máximos no

período das 13 às 14 h, quando a temperatura e a incidência de raios solares são maiores.

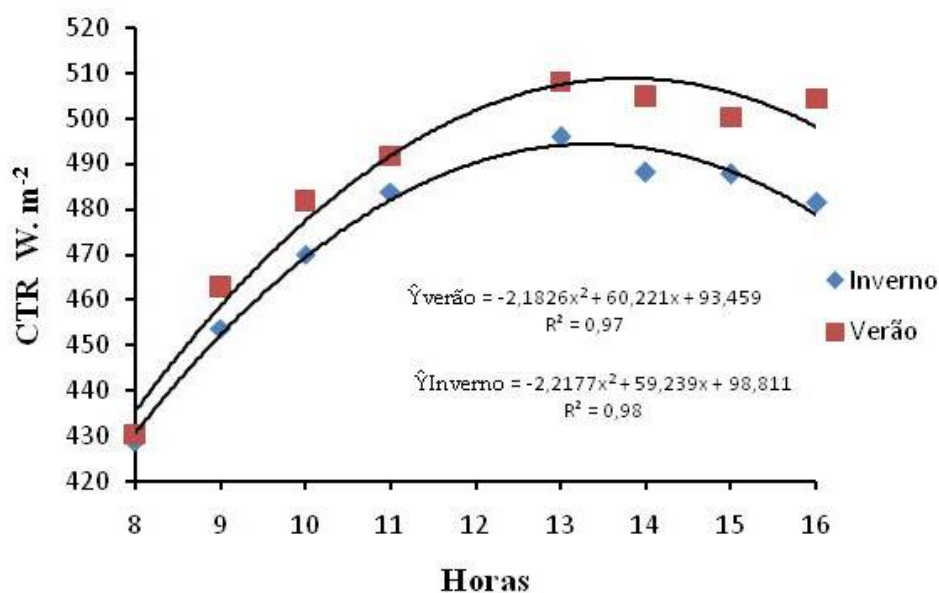


Gráfico 2. Valores médios de CTR observados no campo ao longo do dia durante as duas épocas experimentais

Furtado *et al.* (2003) explicaram que os valores que definem a CTR ocorrem em função da radiação solar, que atinge os valores mais elevados próximos de 12 h quando o sol se posiciona de forma mais perpendicular ao plano do horizonte local.

Os valores médios de CTR verificados neste trabalho são aproximados dos valores (464 W. m⁻²) obtidos em sombrite; (541 W. m⁻²), sem acesso à sombra; (468,21) sombrite acrescido de ventilação forçada, e (464,45) sombrite acrescido de ventilação e aspersão verificados por Arcaro Junior (2000).

Façanha *et al.*(2010), trabalhando com vacas da raça Holandesa no semiárido, encontraram valor máximo de CTR médio no verão de 768,7 W. m⁻².

5.1.4 – Carga térmica radiante observada na sombra e ao sol ao longo do dia, durante as duas épocas experimentais

Na Tabela 4, estão descritos os valores de CTR ao sol e à sombra ao longo do dia nas duas épocas experimentais. Observa-se que houve diferenças significativas ($p < 0,05$), uma vez que os valores médios de CTR ao sol foram superiores aos da sombra.

O ambiente composto por sombras apresentou valores de CTR inferiores, proporcionando melhores condições de conforto aos animais, devido ao fato de que as árvores funcionam como uma barreira, evitando a incidência de radiação direta na área sob a copa.

TABELA 4. Valores médios de Carga térmica radiante ($W \cdot m^{-2}$) observados no campo ao longo do dia, ao sol e à sombra, durante as épocas experimentais

Condição	Horário	Verão	Inverno
Sol	8	442,41 Aa	433,28 Aa
	9	490,77 Aa	471,09 Ab
	10	522,15 Aa	494,25 Ab
	11	535,32 Aa	512,03 Ab
	13	548,65 Aa	520,08 Ab
	14	542,24 Aa	508,65 Ab
	15	541,31 Aa	505,42 Ab
	16	545,17 Aa	496,18 Ab
Sombra	8	418,07 Ba	424,31 Aa
	9	434,74 Ba	436,37 Ba
	10	441,52 Ba	445,86 Ba
	11	447,95 Ba	455,54 Ba
	13	467,35 Ba	471,71 Ba
	14	467,24 Ba	467,68 Ba
	15	458,92 Ba	469,79 Ba
	16	463,33 Ba	466,84 Ba
CV (%)		5,49	

Médias seguidas com letras de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Baêta e Souza (2010) corroboram essa informação a partir da premissa de que as árvores também transformam energia solar em energia química latente pelo processo de fotossíntese, o que reduz a parcela de energia destinada ao aquecimento do ar. Em relação ao sol, o sombreamento observado provocou redução média de aproximadamente 10,75% na CTR.

Martins (2001), avaliando a qualidade térmica do sombreamento natural durante o verão, no período entre 12 e 16 h, registrou CTR média de 500 W m^{-2} para a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill).

Navarine *et al.* (2009), analisando conforto térmico de bovinos nelore em diferentes condições de sombreamento e a pleno sol, constataram valores médios de CTR de 571 W m^{-2} , 508 W m^{-2} , 543 W m^{-2} , para tratamento ao sol, pequenos bosques e árvores isoladas, respectivamente, sendo esses valores semelhantes aos deste trabalho.

Santos *et al.* (2011), avaliando conforto térmico de ovinos no agreste de Pernambuco, verificaram calor de CTR máxima de $1213,7 \text{ W. m}^2$, valores bem acima dos deste trabalho, caracterizando uma situação de desconforto ao animais.

5.2 - Índices climáticos na ordenha da manhã durante o verão e o inverno

Na Tabela 5 estão descritos os valores médios de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (W.m^{-2}) durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno.

TABELA5. Valores médios de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (W.m^{-2}) durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno

Variáveis	Verão	Inverno	CV (%)
ITGU	72,49a	60,78b	3,2
CTR	389,13a	345,81b	2,34

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de F ($p < 0,05$).

Os valores médios de ITGU constatados no período da manhã foram estatisticamente superiores no verão quando comparados ao inverno. De

acordo com Baêta e Souza (2010), Turco *et al.* (1999), os valores demonstrados na Tabela 5 revelam que, durante a ordenha no período da manhã, ocorrida às 06h, nas duas épocas do ano, os animais estiveram em condições de conforto térmico.

Silva *et al.* (2013), analisando os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas puras por cruza, em duas épocas do ano (inverno e verão), no norte de Minas Gerais, verificaram condições semelhantes às demonstradas na Tabela 5.

Houve diferença significativa entre as médias da CTR no período da manhã entre as duas épocas, pois os valores do verão foram superiores quando comparados ao inverno (Tabela 5). Valores proximais no período da manhã (396,6, 401,9 e 407,6 W m⁻²) foram reportados por Almeida (2009), trabalhando no verão com efeitos de climatização na pré-ordenha com vacas da raça Girolando no Agreste do estado do Pernambuco.

5.3 – Parâmetros fisiológicos para o período da manhã durante o verão e o inverno

Os resultados referentes aos valores médios dos parâmetros fisiológicos no período da manhã entre as duas épocas (inverno e verão) podem ser observados na Tabela 6.

TABELA 6. Médias observadas para os parâmetros fisiológicos durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno

Variáveis	Verão	Inverno	CV (%)
Temperatura Retal (°C)	38,31a	38,19b	1,02
Frequência Respiratória (mov. min ⁻¹)	31,89a	31,25a	16,05
Frequência Cardíaca (bat. min ⁻¹)	65,36a	60,72b	12,57
Temperatura de Superfície (°C)	30,51a	26,5b	8,22

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os resultados apresentados na Tabela 6 podem ser explicados devido às condições ambientais (ITGU e CTR) favoráveis no período da manhã entre as duas épocas (Tabela 5).

Foram constatadas diferenças ($p < 0,05$) na temperatura retal no período da manhã entre as duas épocas (Tabela 6). De acordo com Cunningham (2004), a temperatura média retal para bovinos leiteiros deve ser igual a 38,6°C, aceitando-se um limite de variação de 38 a 39,3°C, estando os valores das duas épocas em conformidade com os resultados estabelecidos por esse autor.

Damasceno *et al.* (1998), analisando respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas com e sem acesso à sombra, encontraram valores referentes à temperatura retal equivalentes a 39,2 e 39,4 °C respectivamente, valores superiores ao deste trabalho (Tabela 6).

Silva *et al.* (2013), pesquisando efeito térmico nas respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas puras por cruza em duas épocas do ano (inverno e verão) no norte de Minas Gerais encontrou valores para a temperatura retal pela manhã igual a 37,9 e 38,3 °C, valores próximos aos relatados neste trabalho (Tabela 6).

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre épocas para os valores frequência respiratória (Tabela 6). Devido às condições climáticas favoráveis

no período da manhã, os animais mantiveram os níveis de frequência respiratória no padrão de conforto, que se encontra entre 10 e 40 mov.min⁻¹. Valores superiores foram encontrados por Silva *et al.* (2008) ao avaliaram a frequência respiratória no período da manhã de vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra no verão em Mossoró-RN. Os autores observaram que nos animais mantidos à sombra a frequência respiratória foi de 29 mov.min⁻¹, enquanto nos que ficaram expostos ao sol a frequência foi de 40 mov.min⁻¹, valores aproximados aos deste trabalho (Tabela 6).

Silva *et al.* (2013), avaliando parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas Holandesas puras por cruza no norte de Minas Gerais no período da manhã em duas estações (inverno e verão) registraram 29 e 41 mov.min⁻¹, respectivamente.

A frequência cardíaca diferiu entre as duas épocas ($p < 0,05$), sendo atribuído maior valor para o verão (Tabela 5). Valores superiores foram reportados por Silva *et al.* (2002) que, trabalhando efeitos da climatização em curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas no verão, encontraram valores de frequência cardíaca na ordenha da manhã de 70,66 a 79,50 bat. min⁻¹, os quais estão acima dos obtidos neste trabalho (Tabela 6).

A temperatura de superfície no período da manhã foi maior no verão do que no inverno ($p < 0,05$) (Tabela 6). Valores aproximados foram encontrados por Silva *et al.* (2013), sendo 28,1 °C no inverno e 32,8 °C no verão, avaliando parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas Holandesas puras por cruza no norte de Minas Gerais no período da manhã. Por outro lado Martello (2006), avaliando o efeito do ambiente climático sobre as variáveis fisiológicas e produtivas em vacas holandesas, registrou 30,9°C no inverno e 33,7 °C na primavera e verão, cujo valor do inverno foi semelhante ao do verão (Tabela 6). De acordo com estes dados, pode-se observar a adaptação desses animais ao Semiárido Mineiro.

5.4 - Índices climáticos na ordenha da manhã e da tarde durante o inverno

Os valores médios das variáveis climáticas no período da manhã e da tarde no inverno, durante a ordenha, podem ser observados na Tabela 7.

TABELA 7. Valores médios de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) no período da manhã e da tarde no inverno, durante a ordenha

Animal	Manhã	Tarde	CV (%)
ITGU	60,78b	79,4a	4,08
CTR	345,91b	466,84a	2,44

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os valores médios de ITGU encontrados no período da manhã foram inferiores quando comparados ao período da tarde ($p < 0,05$). Conforme Baêta e Souza (2010), valores abaixo de 74 indicam que os animais se encontram em situação de conforto. Em relação ao valor registrado durante o período da ordenha da tarde, verifica-se que os animais se encontram em situação de estresse leve, pois para Janini *et al.* (2002), os valores excedentes a 78 são considerados estados de estresse.

Os valores médios da CTR diferiram significativamente sendo o maior valor observado durante a ordenha no período da tarde, podendo ser explicado devido à presença de maior radiação em relação ao período da manhã. De acordo com Silva (2000), a CTR está intimamente relacionada às trocas térmicas por radiação entre o animal e o ambiente. Dessa forma, em regiões tropicais são desejáveis os menores valores possíveis de CTR.

5.5– Parâmetros fisiológicos da manhã e da tarde durante o inverno

As médias referentes aos parâmetros fisiológicos no inverno durante a ordenha da manhã e da tarde são evidenciadas na Tabela 8.

TABELA 8. Médias observadas para os parâmetros fisiológicos após a ordenha do período da manhã e da tarde durante o inverno

Variáveis	Manhã	Tarde	CV (%)
Temperatura Retal (°C)	38,19b	38,79a	1,11
Frequência Respiratória (mov. min ⁻¹)	31,25b	47,06a	17,59
Frequência Cardíaca (bat. min ⁻¹)	60,72b	74,19a	13,72
Temperatura de Superfície (°C)	26,5b	32,95a	9,47

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Diante dos dados apresentados na Tabela 8, verifica-se que houve diferenças entre a temperatura retal durante a ordenha da tarde e ordenha da manhã ($p < 0,05$). Esses valores encontram-se dentro da variação considerada normal (38,4 a 39,0 °C) para bovinos da raça Holandesa segundo Stober (1993) (Tabela 8). Esse comportamento diário da TR corrobora os resultados de Damasceno *et al.* (1998) e Martello *et al.* (2004) que afirmam que a TR sofre influência do horário, apresentando maiores valores no período da tarde em relação à manhã.

A temperatura retal é uma variável fisiológica que expressa a quantidade de calor acumulado pelas vacas durante um período, sendo tanto maior ao final do dia quanto maior for o estresse a que o animal tenha sido submetido durante o dia (MARTELLO, 2006), sendo o ocorrido neste trabalho (Tabela 8).

Pires *et al.* (2002), trabalhando com vacas holandesas no inverno, encontraram uma variação da temperatura retal de 38,4 °C e 39,3 °C, sendo o maior valor obtido no final do dia.

Os valores médios de frequência respiratória durante a ordenha da tarde no inverno foram superiores àqueles da ordenha da manhã na mesma época ($p < 0,05$), sendo este valor considerado por Pereira (2005) acima do padrão para conforto, que varia de 10 a 40 mov.min⁻¹. Valores superiores aos deste trabalho foram relatados por Martello (2006), trabalhando com respostas fisiológicas em vacas holandesas, visto que, para o período da manhã, o autor encontrou 39 e 49 mov. min⁻¹ respectivamente para primavera e verão; no período da tarde o autor evidenciou valores de 50 e 59 mov.min⁻¹ para primavera e verão, respectivamente.

Souza *et al.* (2007), analisando parâmetros fisiológicos no semiárido Paraibano, constataram valores de 35 mov. min⁻¹ no período da tarde na estação seca enquanto na chuvosa os valores diminuíram para 22 mov. min⁻¹.

Os valores médios de frequência cardíaca diferiram entre si ($p < 0,05$), sendo atribuído maior valor durante a ordenha da tarde. Entretanto, segundo Detweiler (1996) e Nääs e Arcaro Junior (1989), os batimentos cardíacos estão dentro dos níveis de conforto (48 a 80 bat. min⁻¹).

Souza *et al.* (2010), avaliando parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor em bovinos da raça Sindi no semiárido Paraibano, encontraram valores de 89 e 95 bat.min⁻¹ no período da manhã e da tarde, respectivamente, sendo esses valores superiores aos resultados encontrados neste trabalho (Tabela 8).

Ávila *et al.* (2013), trabalhando com correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos em bovinos da raça Holandesa, reportaram valores para frequência cardíaca de 66 e 81 bat. min⁻¹, respectivamente, no período da manhã e tarde.

As médias da temperatura de superfície durante a ordenha da tarde no inverno foram superiores em relação ao período da ordenha da manhã,

havendo diferenças significativas ($p < 0,05$). Valores relatados por Almeida *et al.* (2010), 26,5°C a 30,1°C, confirmam os resultados obtidos no período da manhã, e por Martello (2006), no período da tarde, cerca de 34,5°C.

De acordo com Collier *et al.* (2006), se a temperatura do pelame for abaixo de 35 °C indica que o animal pode utilizar efetivamente as quatro vias de troca de calor (radiação, condução, convecção e evaporação).

5.6 - Temperatura de superfície no verão e no inverno ao longo do dia

Na Tabela 9, encontra-se os valores médios da temperatura de pelame dos animais ao longo do dia.

TABELA 9. Médias observadas para a temperatura de superfície (TS) no verão e no inverno

Variáveis (Horas)	Verão (°C)	Inverno (°C)	CV (%)
8	31,3a	29,23b	9,45
12	40,98a	30,29b	9,85
15	40,29a	30,86b	8,14

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os valores médios de temperatura de superfície diferiram ($p < 0,05$), sendo as médias do verão superiores em todos os horários quando comparadas ao inverno. A superioridade da temperatura de superfície dos animais no verão é influenciada pelas variáveis climáticas. Entre 12 e 15 horas o ITGU foi caracterizado como uma situação de emergência ou desconforto térmico, explicando as elevadas temperaturas de superfície.

Os valores médios da temperatura de superfície no inverno estão dentro dos padrões estabelecidos por Collier *et al.* (2006), indicando que os

animais no inverno estiveram em conforto realizando trocas térmicas de forma efetiva.

Silva *et al.* (2008) encontraram que, na sombra, os animais tiveram temperatura de superfície de 34,9 °C e, ao sol, 39,8 °C. Em estudo com vacas adultas com pelame negro o valor encontrado de temperatura de superfície foi de 37,8°C (MORAIS *et al.*, 2007).

Martello (2006) avaliando a temperatura de superfície encontrou valores de 27 a 33 °C, sendo o maior valor observado no período da tarde.

Conceição *et al.* (2008) trabalhando com influencia do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras encontrou valores médios de temperatura de superfície variando de 30,5 a 35,5 °C, atribuindo o maior valor no período da tarde.

Silva *et al.* (2013) encontraram valores de temperatura superficial (30,8 e 34,3 °C) aproximados deste experimento.

5.7 - Características do pelame

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios das características do pelame entre as duas épocas.

TABELA 10. Valores médios observados das características do pelame entre as duas épocas

Características dos pelos	VERÃO	INVERNO	CV (%)
Espessura do pelame (mm)	3,8a	4,3a	13,89
DN (nº de pelos cm ⁻²)	594,1b	941,1a	23,6
Comprimento dos pelos (mm)	2,4b	8,8a	27,28

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade (p<0,05).

Na Tabela 10, observa-se que os resultados de espessura de pelame não diferiram entre as duas épocas ($p > 0,05$). Os valores encontrados neste trabalho são considerados adequados para regiões de clima quente em que são desejáveis pelames menos espessos a fim de facilitar a termólise.

Valores semelhantes foram reportados por Gonçalves *et al.* (2012) que, trabalhando com vacas mestiças Holandês-Zebu, constataram valores médios de espessura de 3,28 milímetros para mestiços 3/4, e 3,11 milímetros para 1/2 sangue.

Pires *et al.* (2010) analisando características de pelagem em vacas mestiças 3/4 HZ na Embrapa Gado de Leite, verificaram que não houve diferença significativa entre valores de espessura de pelame de 3,60 e 2,86 mm para inverno e verão, respectivamente, semelhantes aos dados demonstrados neste trabalho.

Foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na densidade do pelame (nº de pelos cm^{-2}) entre as épocas, sendo que durante o inverno a densidade de pelos foi maior do que no verão.

Uma alta densidade numérica pode ser desvantagem em climas quentes por dificultar a termólise convectiva em animais de malhas negras. Os resultados deste trabalho indicam que no verão há mais folículos pilosos vazios quando comparados com inverno.

A transferência térmica por meio do pelame depende do número de pelos por unidade de área, do ângulo de inclinação dos pelos em relação à epiderme, de seu diâmetro e do comprimento. O calor conduzido pelas fibras é maior do que o conduzido pelo ar. Desse modo, quanto maior o número de pelos por unidade de área e quanto mais grossos forem os mesmos, tanto maior será a quantidade de energia térmica conduzida através da capa (SILVA *et al.*, 2013).

Silva *et al.* (2013) relatam que a densidade numérica foi maior no outono (953 pelos cm^{-2}) do que na primavera (477 pelos cm^{-2}), sendo a densidade do outono o dobro da primavera.

Os valores médios de comprimento dos pelos no inverno foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) aos do verão. Esse resultado pode ser explicado devido aos animais serem criados em clima quente no semiárido mineiro e a presença de pelos menores facilitar tanto a termólise convectiva com a evaporativa.

Valores semelhantes, 10,5 e 8,6 mm, foram encontrados por Gonçalves *et al.* (2012), e 10,26 e 7,62 mm, por Pires *et al.* (2010) trabalhando com características morfológicas do pelame em vacas mestiças no semiárido mineiro.

Azevedo *et al.* (2005) constataram valores médios de 7,7, 8,9 e 9,2 mm para animais 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês x Zebu, respectivamente, observando que animais com o grau de sangue mais próximo ao zebu apresentaram comprimentos menores.

5.8 – Parâmetros comportamentais no verão e inverno

Na Tabela 11 estão apresentadas a distribuição das atividades de alimentação, ruminação, ócio, ingestão de água e outras, em percentagem para as épocas do verão e inverno.

TABELA 11. Atividades comportamentais ao longo do dia durante as épocas experimentais

Ação	Verão			Inverno		
	Não (%)	Sim (%)	Total	Não (%)	Sim (%)	Total
Pastejo	45,47	54,53	100,00	63,96	36,04	100,00
Ruminação	73,78	26,22	100,00	70,21	29,79	100,00
Água	81,11	18,89	100,00	88,54	11,46	100,00
Suplemento	99,90	0,10	100,00	100,00	0,00	100,00
Ócio	81,06	18,79	100,00	75,63	24,38	100,00
Em pé	73,84	26,16	100,00	29,17	70,83	100,00
Deslocamento	54,42	45,47	100,00	97,71	2,29	100,00
Deitado	73,63	26,22	100,00	73,54	26,46	100,00
Sol	47,62	52,38	100,00	51,88	48,12	100,00
Sombra	52,38	47,62	100,00	48,13	51,88	100,00

Não = situação em que o animal não pratica a ação. Sim= situação em que o animal pratica a ação.

Na Tabela11, é possível observar que os animais no verão tiveram maior tempo de pastejo do que no inverno. Este comportamento pode ser explicado devido os animais terem sido alocados em um piquete de 21 ha e a pastagem não ser de boa qualidade por causada ação do veranico que afetou a região do Norte Minas Gerais durante o período experimental. Portanto, os animais levaram maior tempo para encher o compartimento ruminal. No período do inverno, os animais reduziram o tempo gasto com a alimentação, pois receberam alimento de qualidade no cocho.

No verão, foi observado que os animais permaneciam no pastejo até as 11 h da manhã retornando para o mesmo por volta das 15 h 30min. Acredita-se que esse fato é decorrente da incidência de altas temperaturas que caracterizaram elevados valores de ITGU nesse período (91,86 a 92,96

respectivamente) e da elevada CTR, de 523,67 a 534,36W.m⁻² respectivamente. Isso foi observado em campo, durante o período em que os animais ficaram em áreas sombreadas, buscando conforto. Comportamento semelhante foi observado por Titto (2006) ao trabalhar com comportamento de touros a pasto com recursos de sombra no verão, onde os animais sem sombreamento pastejavam pela manhã até as 11 horas e retornavam a atividade quando o clima estava mais ameno.

Leme *et al.* (2005), analisando comportamento de vacas mestiças holandês-Zebu em pastagem, observaram que no verão as vacas passaram um maior período em pastejo (22,4%,) em relação ao inverno (18,9%). Os valores reportados por esses autores são inferiores aos deste trabalho.

De acordo com Ray e Roubicek (1971), temperaturas elevadas reduzem a frequência de alimentação nas horas mais quentes do dia e aumentam a procura por alimento nas primeiras horas da manhã. Entretanto, houve comportamento semelhante às duas épocas no presente trabalho.

Durante o período em que os animais ficaram estabulados, o acesso ao alimento foi facilitado além de ser superior em qualidade nutricional em comparação ao verão, o que acaba por saciar os animais mais facilmente. Embora nessa época os valores de ITGU e CTR tenham sido elevados ao sol, pode-se considerar que os animais não foram expostos às condições de desconforto térmico no período das 10 h até 14 h, horários em que a temperatura e a radiação eram elevadas.

Fraser e Broom (1990) citaram que vacas estabuladas passam em torno de 5 horas se alimentando, relatando que, embora estabuladas, o ritmo diurno do padrão alimentar é semelhante àquele quando em pastejo.

O tempo despendido para alimentação está de acordo com valores observados por Damasceno *et al.* (1998), os quais relatam que vacas leiteiras estabuladas utilizam 4,5 horas do dia nessa atividade. Silva *et al.* (2005) constataram tempo médio de consumo de 4 horas em novilhas Holandês-Zebu alimentadas com silagem de capim-elefante enquanto Lima *et al.*

(2003), observando vacas mestiças Holandês-Zebu, verificaram que o tempo despendido para a alimentação desses animais com palma forrageira foi de 4,89 horas.

Com relação à ruminação, sabe-se que essa é uma atividade comandada pelo sistema nervoso central e depende da quantidade de alimento presente no rúmen. Porém, é uma atividade que envolve grande produção de calor, e nas horas mais quentes do dia os animais tendem a reduzi-la, e, com isso, diminuir a produção de calor metabólico (CONCEIÇÃO, 2008). Neste trabalho, observou-se que a frequência de ocorrência da ruminação foi superior no inverno. Acredita-se que esse fato possa ser atribuído às condições climáticas desfavoráveis no verão que proporcionaram ao animal situações de desconforto, sendo a ruminação reduzida a fim de diminuir a produção de calor.

Segundo Damasceno *et al.* (1998), as vacas preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo. Porém, em temperaturas elevadas, os animais passam a ruminar mais tempo em pé, devido ao estresse calórico.

Leme *et al.* (2005) observaram durante o período diurno, das 6 às 18 horas, um maior tempo gasto para ruminação durante o verão (1,4 horas) que no inverno (1,2 horas). Contudo, no presente estudo, ocorreu o inverso, visto que maiores valores referentes à ruminação foram atribuídos ao inverno.

Ferreira (2010), avaliando a influência de diferentes disponibilidades de sombra nas respostas comportamentais de bovinos, constatou que o tempo ruminando foi menor quando os animais estavam no tratamento sem sombra (13%). Nos outros tratamentos do estudo (bosque, árvores dispersas e sombra artificial única) não houve diferença no tempo de ruminação (23%).

O maior consumo de água pelos animais ocorreu no verão devido aos altos valores de índices de conforto (ITGU e CTR) (Tabela 11).

Esses resultados concordam com os encontrados por Pires (1998) e Titto (1998), que afirmaram que um dos mecanismos disponibilizados pelo animal para combater o excesso de temperatura é o aumento da ingestão de

água e diminuição da atividade nas horas mais quentes do dia, visando à reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de um possível resfriamento corporal.

Os animais na época do inverno permaneceram mais tempo de pé do que no verão. Esse fato é decorrente de os animais no verão passarem maior parte do tempo em deslocamento (Tabela 11).

Degasperi *et al.* (2003) afirmaram que os bovinos possuem uma motivação inata para locomoção. Estando em pé, os sentidos de visão e olfato são facilitados, principalmente para a procura do alimento, além da função de controle da temperatura corpórea.

No verão, os animais passaram maior parte do tempo ao sol do que à sombra, devido ao pastejo, pois o alimento encontrava-se ao sol. No inverno, ocorreu o inverso do verão, os animais passaram grande parte do tempo à sombra (Tabela 11).

Leme *et al.* (2005), pesquisando comportamento de vacas mestiças holandês-Zebu em pastagem, observaram que os animais permaneciam mais tempo à sombra na estação do verão (68,6%) do que no inverno (42,6%).

6.0 - CONCLUSÕES

As variáveis climáticas foram capazes de induzir diferenças nos parâmetros fisiológicos, mas foram assimiladas pelo animal não causando desconforto, o que permite concluir que os animais são adaptados ao clima da região do semiárido mineiro.

Não houve variações nas atividades comportamentais de vacas mestiças no semiárido mineiro, possivelmente em função da adaptação desses animais às condições climáticas da região.

REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, J. Feeding behaviour of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1993

ALMEIDA, G. L. P. **Climatização na pré-ordenha de vacas da raça Girolando e seus efeitos na produção e qualidade do leite e no comportamento animal**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife 2009.

ALMEIDA, G. L. P. *et al.* Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas Girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, 1337-1344, 2010. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010001200013&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S1415-43662010001200013.> Acesso em: 15 fev. 2014

ARCARO JÚNIOR, I. **Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. 2000. 81 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

AUAD, A. M. *et al.* **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília: LK e comunicação Ltda., 2010. 608 p.

ÁVILA, A. S. *et al.* Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas Holandesas em diferentes estações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 14 n. 14 Set. 2013, p. 2878-2884, 2013.

AZEVEDO, M. *et al.* Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina, 2001.

BACCARI, F. Jr. Clima: Influência na produção de leite. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-67

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - Conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010. 269 p.

BARBOSA, O. R.; DAMASCENO, J. C. **Bioclimatologia e bem estar animal aplicados à bovinocultura de leite**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002.

BIANCA, W. Thermoregulation. In: HAFEZ, E. S. E. **Adaptation of domestic animals Philadelphia**. Londres: Lea e Fabiger, 1973. Cap. 7. P. 97-118.

BILBY, T. R.; TATCHER, W. W.; HANSEN, P. J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO BOVINOS, 13., 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: CONAPEC, 2009. p. 59-71.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo “freestall”, no Brasil Central**. 1988. 146 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

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, p. 1244-1253, 2006.

CONCEIÇÃO, M. N.; SILVA, I. J. O.; DIAS, C. T. S. Avaliação do tipo de sombreamento para novilhas leiteiras em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Resumos expandidos...** Lavras: UFLA, 2008. 1 CD-ROM.

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

COSTA F. M. A. *et al.* Variação do teor de gordura no leite bovino cru. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 27, n. 5, p. 763-769, 1992.

COSTA, C. *et al.* Alternativas para contornar a estacionalidade de produção de forragens. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 15, p. 193-203, 2008.

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

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454 p.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 27, n.3, p. 595–602, 1998.

DEGASPERI, S. A. Estudo do comportamento do gado holandês em sistema de semi-confinamento. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 4, p.41-47. 2003.

DETWEILER, D. K. Regulação cardíaca. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

FAÇANHA, D. A. E. *et al.* Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 837-844, 2010.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar versão 5.1.** - Programa de análises estatísticas. Lavras: DEX/UFLA, 2008.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra.** 2010.89 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FERREIRA, F. *et al.* (2006). Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, 732-738. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352006000500005&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S0102-09352006000500005.> Acesso em: 13 fev. 2014

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

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINOCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p. 559-564, 2003.

GOMES, C. A. V. *et al.* Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, p.213-219, 2008.

GONÇALVES, G. A. M. *et al.* Características Morfológicas do Pelame e Produção de Leite de Vacas Mestiças Holandês-Zebu no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - *Campus* Salinas. In: FORUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO, 6., 2012, Montes Claros. **Resumos ...** Montes Claros: Unimontes, 2012.

HAHN, G. L.; PARKHURST, A. M.; GAUGHAN, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, v. 40, 97-121, 1997.

HANSEN, P. J. Managing the heat-stressed cow to improve reproduction. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 7., 2005, Reno, NV. **Proceedings**. 2005. 14 p. Disponível em: <<http://www.wdmc.org/2005/Hansen05.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2014

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 jan 2014.

JANINI, K.; JACOBSON, L.; JOHNSON, V. Ventilating systems for enhancing indoor environmental quality. **Biosystems and Agricultural Engineering**, 2000. Disponível em: <<http://www.bae.umn.edu/annrpt/2000/research/livestock8.html>>. Acesso em: 1 fev 2014.

LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance of domestic animals**. Roma: FAO, 1953. 161 p.

LEME, T. M. S. P. *et al.* Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LIMA, R. M. B. *et al.* Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

LIMA, K. A. O. **Estudo da influência de ondas de calor sobre a produção de leite no estado de São Paulo**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MACARI, M. Água de beber na dosagem certa. **Aves & Ovos**, São Paulo, n. 6, p. 40-48, 1995.

MARQUES, J. A. **I Curso de atualização por tutoria à distância atualização da produção de bovinos de corte.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 486 – 527

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

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JR, H.; PINHEIRO, M. G. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 263-273, maio/ago. 2004.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em freestall**, 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal)- Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MARTINS, J. L. **Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condições de pastagem.** 2001. 99 f. Dissertação (Mestrado em Água e Solo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MEIRELES, I. P. **Influência do sombreamento em parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas mestiças holandês-zebu.** 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga-BA, 2005.

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

MENEZES, I. R.; SANTOS, C. A.; ALMEIDA, A. C. Manejo de ordenha, utilização e manutenção da ordenhadeira mecânica. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v.4, n 11. 2012. p 13 – 24.

MORAIS, D. A. E. F. *et al.* Variação anual de hormônios tireoidianos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 3. Viçosa, MG, Mar 2008.

MOURA, J. F. P. *et al.* Desempenhos Produtivo e Reprodutivo de Vacas das Raças Guzerá e Sindi, Criadas no Semiárido Paraibano. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 11, n. 1, 2009.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. 1997.
Disponível em:
<http://www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/biblioteca/Fernando/apostila%20I.pdf.
> Acesso em: 10 out. 2012.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

NÄÄS, I. A. e ARCARO JÚNIOR, 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**, Campina Grande, v.5, n.1, p.139-142, 2001

NAVARINE, F. C. *et al.* Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 508-517, 2009.

NICOLAU, C. V. J. *et al.* Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 53, n. 201, p. 25-34, 2004.

OLIVEIRA, A. F.; CARVALHO, G. R. Evolução das elasticidades-renda dos dispêndios de leite e derivados no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, 2006 Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SOBER, 2006. CD-ROM

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado a produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2004. 222 p..

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195 p.

PEREIRA, M. E. G. **Produção de leite de quatro grupos genéticos F1 Holandês x Zebu**. 2012.79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brasil.

PERISSINOTTO, M. *et al.* Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v.30, n.1, p.143-149, 2007.

PIRES M. de F. A. *et al.* Adaptação de animais mestiços em ambiente tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 258, p.30-38, 2010.

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

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Juiz de Fora - MG: EMBRAPA Gado de Leite, 2004. p. 1-6. (Comunicado técnico, 42).

PIRES, M. F. A. *et al.* Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em freestall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 57-63, 2002.

PIRES, M. F. Á. **Manejo alimentar para vacas com stress calórico**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. (Comunicado Técnico).

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

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

ROBINSON, N. E.; Homeostase, Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G.; **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed.. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. p. 550-561

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**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 14-22, 2010.

SAS INSTITUTE. **User's guide**. Cary, Nc, 2004.

SANTOS, M. M. *et al.* Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.33, p. 287-294, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Produção de leite em Minas Gerais será recorde**. Disponível em: <www.agricultura.mg.gov.br> Acesso em: 14 set. 2012.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.

SILVA, R. B. S. *et al.* Variação circadiana da temperatura retal e da superfície do pelame e da frequência respiratória em vacas holandesas manejadas em ambiente tropical numa região semiárida: In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Resumos expandidos...** Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

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

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

SILVA, B. C. A. M. *et al.* Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais; Hair coat characteristics of graded Holstein cows in semiarid region of Minas Gerais State, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 6, p. 1767-1772, 2013.

SILVA, I. J. O. *et al.* Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, 2002.

SILVA, R. R. *et al.* Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu alimentadas com silagem de capim-elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca: aspectos metodológicos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.6, n. 3, p. 173-177, jul./set. 2005.

SILVA, A. M. *et al.* Comportamento ingestivo diurno de vacas Girolandas, sob diferentes taxas de lotação. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, p. 859-870, 2011.

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

SOUZA, B. B. *et al.* Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.883-888, maio/jun., 2007.

SOUZA JR, J.B. Sudação e Características morfológicas do pelame de bovinos manejados em ambiente tropical. **Pubvet**, v.2, n.31, Ed. 42, Art7, ISSN 1982-1263, 2008.

SOUZA, Bonifácio Benicio de et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em

novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 6, n. 2, 2010.

STOBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M.. **Rosenberger: Exame clínico dos bovinos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 419 p.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: Simpósio Brasileiro de Ambiente na Produção de Leite, 1, 1998, Piracicaba. **Anais..** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.10-23.

THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. **Effect of heat on animal productivity**. Florida: Press Boca Raton, 1981. p. 77-98.

TITTO, C. G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; TEIXEIRA, A. H. C. Temperatura retal e frequência respiratória de bovinos da raça Sindi sob as condições térmicas do semiárido brasileiro. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. **Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 7

UDO, H. M. J. **Hair coat characteristics In Friesian heifers in the Netherlands and Kenya**. Wageningen: Meded Land bouw hoge school Wageningen, 1978. 135 p.

VILELA, R. A. *et al.* Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo. **Revista Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, n.11, 2013.