

BÁRBARA CARDOSO DA MATA E SILVA

**EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO NAS RESPOSTAS
FISIOLÓGICAS, PRODUTIVAS, CARACTERÍSTICAS DO
PELAME E NO COMPORTAMENTO DE VACAS
HOLANDESAS PURAS POR CRUZA NO NORTE DE MINAS
GERAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof.^a Anna Christina de Almeida

MONTES CLAROS

2011

Silva, Bárbara Cardoso da Mata e.

S586e **Efeito do ambiente térmico nas respostas fisiológicas, produtivas,**
2011 **características do pelame e no comportamento de vacas holandesas**
 puras por cruza no Norte de Minas Gerais / Bárbara Cardoso da Mata e
 Silva. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2011.

124 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração
em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

Orientadora: Prof.^a Anna Christina de Almeida.

Banca examinadora: Norberto Mario Rodriguez, Délcio César
Cordeiro Rocha, Irene Menegali, Anna Christina de Almeida.

Inclui bibliografia: f. 108-120.

1. Reprodução animal – Ambiente térmico. 2. Bovinos – Raça
Holandesa. 3. Norte de Minas Gerais – Ecologia. I. Almeida, Anna
Christina de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de
Ciências Agrárias. III. Título.

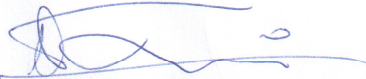
CDU: 636.082

Elaborada pela BIBLIOTECA COMUNITÁRIA DO ICA/UFMG

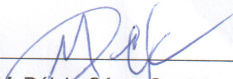
BÁRBARA CARDOSO DA MATA E SILVA

EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO NAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS,
PRODUTIVAS, CARACTERÍSTICAS DO PELAME E NO
COMPORTAMENTO DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA NO
NORTE DE MINAS GERAIS

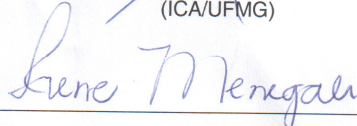
Aprovada em 27 de janeiro de 2011.



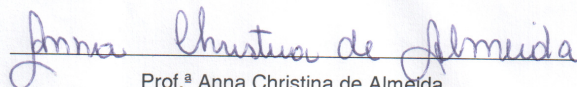
Prof. Norberto Mario Rodriguez
(EV/UFMG)



Prof. Délcio César Cordeiro Rocha
(ICA/UFMG)



Prof.ª Irene Menegali
(ICA/UFMG)



Prof.ª Anna Christina de Almeida
Orientadora (ICA/UFMG)

Montes Claros

2011

Com amor,

à minha mãe Lúcia,

pelas palavras de incentivo e animo e por ter sido a pessoa que sempre me apoiou e incentivou em todos os momentos da minha vida, mobilizando todos os esforços para que pudesse concretizar meus objetivos.

A minha orientadora, Anna Christina de Almeida,

por ter acreditado em mim e ser aquela pessoa que quando deveria ser simplesmente professora, foi mestre. Que quando deveria ser mestre, foi amiga e em sua amizade me compreendeu e me incentivou a seguir meu caminho.

À Gustavo, Gabi, Carlos, Ruth, Salomé, Orestina e a minha família e amigos,

por terem me apoiado em tudo que realizei, por me fazer sorrir quando queria chorar e por alegrar os momentos da minha vida.

Ao professor Otaviano de Souza Pires Júnior,

pela calma, paciência e compreensão.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção e por me ouvir e me mostrar sempre o melhor caminho.

À minha família, pelo incentivo, pela torcida e por compreender a minha ausência.

Aos animais, fonte de toda minha inspiração e por terem feito a minha vida mais feliz.

A Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade.

Ao Instituto de Ciências Agrárias, por ter sido a minha casa durante dois anos da minha vida, e por me proporcionar um nascer e pôr do sol inesquecível que passei com amigos muito queridos.

Ao Mestrado em Ciências Agrárias, pelo acolhimento.

A CAPES, pela concessão da bolsa e FUNDEP pelo apoio financeiro.

A minha orientadora Anna Christina de Almeida e ao meu coorientador Fernando Colen, pela orientação e pelos conselhos.

A Maria de Fátima Ávila Pires, pelo auxílio e pela significativa contribuição para a elaboração desse trabalho.

A equipe de pesquisa, Cléber, Cristiane, Bernardo, Iran, Sidney, Denilson, Márcio e Walcrício, pela amizade, apoio e colaboração na condução do experimento. Uma pesquisa jamais é realizada individualmente e com vocês também aprendi. Esse trabalho é nosso!

Aos funcionários do Instituto de Ciências Agrárias, que sempre me receberam de braços abertos, principalmente o pessoal do curral, que alegraram nossos momentos e pelas trocas de conhecimentos, Sr. Toni do

curral, Toninho, Janderson, Tim, Sr. Toni, Sr. Osvaldo, Fernando, Júnior, Sr. João e Pedro.

Aos professores, Otaviano Pires, Délcio Cordeiro, Irene Menegali, Neide Judith, Joana Ribeiro, Cândido Alves, Christian Cabacinha e Daniel Emygdio, por terem me ajudado nos momentos difíceis.

Ao professor Norberto Mario Rodriguez, por mudar totalmente o rumo da minha vida e pelos ensinamentos.

As minhas queridas amigas, Carina e Isabela, que durante seis anos da minha vida passei momentos divertidíssimos, cheios de cadernetas, sapatos e bananas voadoras, e que no momento em que me achei incapaz, me devolveram ânimo, sempre estando ao meu lado. E por traduzirem perfeitamente a palavra amizade. Amo vocês.

Ao meu amigo Cléber, pelos momentos de companheirismo, e por me mostrar que quando se fecha uma porta, ainda tenho a janela e pela simplicidade com que torna a vida de seus amigos mais alegre.

Ao Walcrício, por estar sempre ao meu lado e por ter participado de todas as etapas desse trabalho.

A Luiza, Bruna, Greice, Carlos e Lucas, por compartilhar as minhas angústias, dividir sorrisos e gargalhadas, sempre trazendo de volta a minha vontade de continuar, passei momentos muito especiais com vocês.

A Leandro e Fabiana por me auxiliarem nas análises bromatológicas.

Deixo o meu imenso agradecimento a todos que fizeram parte de mais essa etapa da minha vida.

“Sede como os pássaros que, ao pousarem um instante sobre ramos muito leves, sentem-nos ceder, mas cantam! Eles sabem que possuem asas.”

Victor Hugo

“A alegria que se tem em pensar e aprender faz-nos pensar e aprender ainda mais”.

Aristóteles

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO		
FIGURA 1 –	Trocas térmicas entre o animal e o ambiente	23
FIGURA 2 –	Representação esquemática da zona de termoneutralidade (A: 4 a 25 °C) para vacas leiteiras da raça Holandesa, abaixo e acima dessa zona, (B) onde ocorrem pequenas perdas no desempenho dos animais e abaixo da temperatura crítica inferior e acima da superior, onde ocorre <i>stress</i> por frio ou por calor	25
FIGURA 3 –	Categorias do ITU com relação às variáveis meteorológicas de umidade relativa e temperatura ambiente	27
CAPÍTULO 2 - RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS NO NORTE DE MINAS GERAIS		
FIGURA 1 –	Vista lateral do galpão meia água e o sombreamento natural do piquete na Fazenda Experimental.....	43
FIGURA 2 –	Vista frontal do galpão meia água da Fazenda Experimental.....	43
FIGURA 3 –	Abrigo meteorológico e globo negro, localizados próximo a instalação onde ficam os animais na Fazenda Experimental	46
FIGURA 4–	Equipamentos meteorológicos na parte interna da instalação evidenciando o <i>datalogger</i> e o globo negro	46
FIGURA 5 –	Registro da temperatura da superfície do pelame em animal incluído no experimento	49
FIGURA 6 –	A) discos de papel filtro fixados a lâmina microscópica. B) discos de papel filtro após serem retirados do animal.....	49
GRÁFICO 1 –	Média horária da temperatura do ambiente no interior e exterior da instalação na fase A e B	56
GRÁFICO 2 –	Média horária da umidade relativa no interior e exterior da instalação na fase A e B	57
GRÁFICO 3 -	Média horária do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no interior e exterior da instalação na fase A e B.....	59

CAPITULO 3 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS

FIGURA 1 –	Avaliação da espessura do pelame, usando paquímetro	73
FIGURA 2 –	Avaliação da densidade numérica dos pelos	73
FIGURA 3 –	Lesão causada pela radiação solar intensa sobre a malha branca de um animal experimental	79
FIGURA 4 –	Fragmento de pele e pelos retirados da lesão por radiação em animal experimental	79

CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DIURNO DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM ESTABULAÇÃO LIVRE EM DOIS PERÍODOS DO ANO NA REGIÃO DE MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS

GRÁFICO 1 –	Média da temperatura do ambiente horária no exterior da instalação durante a fase A e B em Montes Claros no norte de Minas Gerais	92
GRÁFICO 2 –	Médias das percentagens das atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio durante o período diurno da fase experimental A (julho/agosto) em Montes Claros, no norte de Minas Gerais	95
GRÁFICO 3 –	Médias das percentagens das atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio durante o período diurno da fase experimental B (outubro/novembro) em Montes Claros, no norte de Minas Gerais	96
GRÁFICO 4 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram a sombra durante o período diurno nas duas fases estudadas, A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros, no norte de Minas Gerais	99
GRÁFICO 5 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram em pé durante o período diurno nas duas fases estudadas A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros, no norte de Minas Gerais	101

GRÁFICO 6 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram ruminando em pé ou deitado durante o período diurno na fase A (julho/agosto) em Montes Claros no norte de Minas Gerais	103
GRÁFICO 7 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram ruminando em pé ou deitado durante o período diurno na fase B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais	103
GRÁFICO 8 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram localizados na árvore, pastagem e instalação, excluído o tempo que se encontravam alimentando, refletindo nos pontos das 8, 11 e 16 horas durante o período diurno na fase A (julho/agosto) em Montes Claros no norte de Minas Gerais	105
GRÁFICO 9 –	Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram localizados na árvore, pastagem e instalação, excluído o tempo que se encontravam alimentando, refletindo nos pontos das 8, 11 e 16 horas durante o período diurno na fase B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais	106
QUADRO 1 –	Etograma de trabalho utilizado na descrição do comportamento	89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS NO NORTE DE MINAS GERAIS

- 1 – Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da temperatura ambiente, índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU), umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e quantidade de números de horas por dia da temperatura ambiente e do ITU, durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais 51
- 2 – Médias de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da superfície do pelame (TPE) nos dois horários observados nas duas fases experimentais 53
- 3 – Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura do pelame (TPE) e produção de leite (PL) nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais 61
- 4 – Correlações e nível de significância entre temperatura ambiente (TBS), umidade relativa (UR), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) com temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura do pelame (TPE) e produção de leite (PL) 63
- 5 – Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da taxa de sudação nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros, no norte de Minas 65

CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS

- 1 – Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) das características do pelame, densidade (DN), espessura (EP) e comprimento (CP) medidas em vacas Holandesas em Montes Claros, no norte de Minas Gerais 76

2 –	Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da temperatura ambiente (TBS) e umidade relativa do ar (UR) durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais	78
3 –	Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura do pelame (TPE) nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros, no norte de Minas Gerais	82
 CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DIURNO DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM ESTABULAÇÃO LIVRE EM DOIS PERÍODOS DO ANO NA REGIÃO DE MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS 		
1 –	Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) que as vacas se dedicavam a alimentação, ruminção, ócio e outras atividades durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais.....	90
2 –	Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) em que as vacas se localizavam ao sol e a sombra e a porcentagem, média e quantidade de horas em que esses animais permaneciam em pé ou deitado durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais	98
3 –	Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) em que as vacas se dedicavam ao ócio no sol e a sombra e a porcentagem, média e quantidade de horas em que esses animais permaneciam ruminando ao sol a sombra e em pé e deitados durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais	102
4 –	Percentual médio do tempo em que os animais permaneceram abaixo da árvore, na instalação e pastagem, por fase, excluindo o tempo em que se mantiveram alimentando	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CP -	Comprimento dos pêlos
CV -	Coeficiente de variação
DN -	Densidade de pêlos
EP -	Espessura do pelame
FR -	Frequência respiratória
HZ -	Holandês – Zebu
ITGU -	Índice de temperatura de globo e umidade
ITU -	Índice de temperatura e umidade
NDT -	Nutrientes digestíveis totais
<i>P</i> -	Significativo
TBS -	Temperatura do bulbo seco
TPE -	Temperatura do pelame
Tpo -	Temperatura do ponto de orvalho
TR -	Temperatura retal
Tgn -	Temperatura do globo negro
UR -	Umidade relativa do ar

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 – REFERENCIALTEÓRICO.....	16
1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	Ambiente térmico	18
3.2	Termorregulação	19
3.3	Mecanismos de controle térmico	20
3.3.1	Condução	20
3.3.2	Convecção	21
3.3.3	Radiação	21
3.3.4	Evaporação	22
3.3.5	Conforto térmico	23
3.5	Índices de conforto térmico	25
3.5.1	Índice de temperatura e umidade	25
3.5.2	Índice de temperatura do globo e umidade	27
3.6	Efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas	28
3.7	Características do pelame	32
3.8	Comportamento	34

	CAPÍTULO 2 - RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS NO NORTE DE MINAS GERAIS.....	38
	RESUMO	38
	ABSTRACT	39
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1	Considerações gerais e características das construções.....	41
2.2	Avaliação das condições meteorológicas.....	44
2.3	Parâmetros fisiológicos e produtivos	47
2.4	Análises estatísticas	50
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4	CONCLUSÃO	66
	CAPITULO 3 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS.....	67
	RESUMO	67
	ABSTRACT	68
1	INTRODUÇÃO	69
2	MATERIAL E MÉTODOS	71
2.1	Considerações gerais e características das construções	71
2.2	Características do pelame	72
2.3	Parâmetros fisiológicos	74
2.4	Avaliação das condições meteorológicas	74

2.5	Análise estatística	75
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4	CONCLUSÃO	83
	CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DIURNO DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA EM ESTABULAÇÃO LIVRE EM DOIS PERÍODOS DO ANO NA REGIÃO DE MONTES CLAROS, NORTE DE MINAS GERAIS	84
	RESUMO	84
	ABSTRACT	85
1	INTRODUÇÃO	86
2	MATERIAL E MÉTODOS	87
2.1	Considerações gerais e características das construções	87
2.2	Análise do comportamento	89
2.3	Análise estatística	90
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
4	CONCLUSÃO	107
	REFERÊNCIAS	108
	ANEXO A – Animal com lesões cutâneas	121
	ANEXO B – Certificado do CETEA	123
	ANEXO C – Modelo da ficha de anotações utilizada para registro de informações sobre o comportamento animal.....	124

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

Nas condições de clima tropical, os fatores ambientais geralmente são incompatíveis com a amplitude ideal de conforto térmico para ótima eficiência do desempenho de animais leiteiros especializados.

A expressão do potencial de produção leiteira em bovinos é restringida pelo efeito de fatores ambientais tais como: altas temperaturas e intensa radiação solar, sendo essas variáveis ainda mais importantes se o ambiente for úmido.

Portanto, o conhecimento dessas variáveis meteorológicas que influenciam o desempenho do animal, bem como a escolha de indivíduos mais bem adaptados às condições climáticas, é uma condição que deve ser considerada em um sistema de exploração pecuária.

O aumento da produtividade dos rebanhos leiteiros nas regiões tropicais tem sido obtido com a introdução de raças especializadas, originárias de climas temperados. Na maioria das vezes, observa-se que esses animais comportam-se diferentemente, em relação ao comportamento em seu país de origem, com perdas nas características raciais e produtivas.

Há várias formas de caracterizar o conforto térmico e o bem-estar dos animais. Entre elas, encontra-se a observação criteriosa das respostas fisiológicas ao estresse térmico. Os índices de conforto térmico, determinados por meio de dois ou mais fatores climáticos, avaliam o ambiente e procuram caracterizar, em uma única variável, o estresse no qual os animais estão submetidos (MARTELLO, 2006).

Muitas respostas fisiológicas de estresse térmico são, na verdade, estratégias para manter normal a temperatura corporal, o que reduz o consumo de matéria seca e o calor gerado durante a fermentação ruminal e o metabolismo corporal e, ainda, ajuda a manter o balanço calórico. Concomitantemente, ocorre a elevação da frequência respiratória e o consumo de água, resultado este do aumento da temperatura ambiente.

Além dos fatores ambientais que interferem no equilíbrio térmico dos animais, o pelame exerce uma importância fundamental para as trocas

térmicas entre o organismo e o ambiente. A estrutura física da capa de pêlos e a camada de ar nela armazenada promovem isolamento térmico e a proteção contra a radiação solar direta.

O tipo de pelame assume grande importância para animais expostos ao sol, principalmente em ambiente tropical. O gado leiteiro de origem europeia, como a raça Holandesa, originária de um ambiente no qual o estresse de calor é mínimo. Os animais em geral apresentam características do pelame pouco adequadas à dissipação do excesso de calor corporal.

Diferentes raças têm diferentes características que refletem nas respostas dos animais, em particular, no padrão de comportamento à sombra ou exposto ao sol.

Muitas vezes, as mudanças nos padrões de comportamento são reflexos da tentativa do animal de se libertar ou escapar de agentes ou estímulos estressantes. Essas reações podem ser usadas para identificar e avaliar o estresse e, assim, buscar alternativas para proporcionar o bem-estar para esses indivíduos (SANTOS, 2010).

No geral, especialmente no verão, verifica-se que o percentual de vacas que se alimentam durante as horas mais quentes do dia é maior em ambientes sombreados. Provisão de sombra é uma das primeiras medidas usadas como modificação do ambiente para proteger o animal do excessivo ganho de calor proveniente da radiação solar e, assim, prevenir o estresse calórico.

As relações entre os fatores climáticos e a interação com vacas leiteiras são bastante conhecidas sob condições de ambiente controlado. Nesse sentido, torna-se importante avaliar o nível de estresse ou de conforto desses animais nas condições reais das propriedades brasileiras.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Avaliar a interferência das condições meteorológicas do norte de Minas Gerais sobre as respostas fisiológicas, comportamentais e as características do pelame de vacas da raça Holandesa pura por cruza em lactação.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar os efeitos das variáveis meteorológicas e dos índices de conforto térmico sobre os parâmetros fisiológicos e taxa de sudação de vacas da raça Holandesa pura, criadas no norte de Minas Gerais, por cruza em lactação.

- Avaliar as características morfológicas do pelame como espessura, comprimento dos pelos e densidade numérica, de vacas da raça Holandesa pura, criadas no norte de Minas Gerais, por cruza em lactação.

- Avaliar o comportamento diurno de vacas em lactação da raça Holandesa pura, criadas no norte de Minas Gerais, por cruza em regime de estabulação livre.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ambiente térmico

O clima representa o conjunto de variáveis meteorológicas que, ao atuarem isolada ou conjuntamente, constitui-se em componente decisivo no comportamento e bem-estar animal (DETHIER; STELLAR, 1988).

A temperatura, em termos práticos é determinada pela quantidade de calor solar em dada área entre estações. Essa quantidade de calor depende do ângulo do sol e das características da atmosfera, onde geralmente regiões de baixas latitudes, são caracterizadas por elevados níveis de radiação solar e altas temperaturas (PEREIRA, 2005).

Na produção animal, o conhecimento do comportamento da temperatura ao longo do dia é importante, pois durante o dia existem períodos mais ou menos favoráveis aos animais. Todo esse processo é mediado pelo balanço da radiação, definido como sendo a contabilização entre o recebimento e a devolução de radiação que é bastante variável no decurso do dia e do ano, o que promove alterações diárias e anuais na temperatura do ar (TUBELIS; NASCIMENTO, 1992).

Embora a temperatura seja frequentemente considerada o mais importante fator climático isolado, para muitas espécies de animais, seus efeitos dependem do nível de umidade atmosférica. A importância da umidade é tanto maior quanto mais o organismo depende de processos evaporativos para a termorregulação. Assim, em condições de clima quente e muito seco, a evaporação ocorre rapidamente, em ambiente quente e muito úmido a evaporação se processa lentamente, aumentando o estresse por calor, principalmente porque as trocas por convecção se tornam ineficazes (SILVA, 2000).

3.2 Termorregulação

Os ruminantes são animais homeotermos, assim, conseguem manter a temperatura do núcleo corporal constante, mesmo que a temperatura ambiente sofra alterações (MARTELLO, 2006). No entanto, a partir do momento que a temperatura ambiental torna-se próxima a temperatura corporal, e a umidade relativa do ar encontra-se elevada, leva a uma dificuldade na evaporação pelo animal, gerando aumento da temperatura corporal em função da dificuldade de dissipação do calor (MARAI; HAEEB, 2010); com isso, ocorre a diminuição do consumo e, redução da produtividade, causando estresse calórico nos animais (WEST, 2003).

Um estudo de McManus *et al.* (2009), avaliou diferentes raças brasileiras naturalizadas, além da raça Holandesa, e concluiu que animais naturalizados possuem maior adaptação às condições climáticas brasileiras que raças exóticas.

A habilidade de muitos animais para se desenvolver em ambientes quentes baseia-se nas respostas compensatórias, tais como aumento da temperatura retal e da atividade respiratória (AIURA *et al.*, 2010).

3.3 Mecanismos de controle térmico

O processo de termólise (liberação de calor) em que ocorrem as trocas de energia na forma de calor, entre o animal e o ambiente externo, pode ser de forma sensível ou latente. As trocas de calor sensível (condução, convecção e radiação) são determinadas por fluxo de calor causado por gradientes de temperatura. Os fluxos de calor latente são causados por gradientes de pressão de vapor d'água (evaporação) (VILELA, 2008).

3.3.1 Condução

As perdas de calor por condução ocorrem por meio do contato físico do corpo do animal com uma temperatura inferior de alguma superfície, sendo que, para bovinos de leite, a ocorrência mais comum dessas trocas é por meio de lagoas, barro ou piso cimentado (SOUZA, 2003). No fluxo de calor condutivo, uma molécula quente do corpo considerado, choca-se com uma molécula vizinha, com temperatura inferior, e transfere parte de sua energia cinética a esta molécula e assim por diante, tendendo ao equilíbrio (BAÊTA; SOUZA, 1997).

A condução é a forma de troca de calor sensível que tem menos contribuição no processo de termólise pelo animal, por necessitar de contato com uma superfície de temperatura inferior (HARDY, 1981).

3.3.2 Convecção

É uma forma de transferência de calor do animal para o ambiente, na qual o ar, em contato com a superfície aquecida (epiderme), é aquecido, e como o ar quente é menos denso, sobe, sendo substituído por um ar mais frio, o que causa pequenas correntes convectivas próximas a superfície da pele, mantendo assim um gradiente de temperatura entre a pele e o ar (KADZERE *et al.*, 2002).

A convecção difere da condução por existir translocação de moléculas e porque o calor trocado depende da temperatura da superfície corporal, além de sua característica e tamanho (BAÊTA; SOUZA, 1997).

3.3.3 Radiação

Outra via seria a radiação, onde, de acordo com Machado (1998), a perda ocorre quando o animal transfere o seu calor para o meio ambiente por meio de ondas eletromagnéticas, sem que esse se aqueça.

As ondas térmicas são geradas porque as moléculas de todos os corpos têm energia interna sendo emitidas em função das variações no conteúdo de energia dos corpos. Sempre que um corpo recebe energia radiante, há acréscimo de sua carga interna e, por essa razão, a temperatura aumenta ocorrendo também o processo inverso (KADZERE *et al.*, 2002).

Em trabalho de Gebremedhin e Wu (2003), observou-se que quando a temperatura da superfície corporal de vacas holandesas encontrava-se abaixo da temperatura média radiante do ambiente, houve um ganho de calor por radiação nesses animais.

Assim, para se evitar o maior ganho de calor por radiação solar, é necessário o fornecimento de sombra para esses animais, seja ela natural ou artificial, pois Schutz *et al.* (2009) revelam que vacas leiteiras na época do verão mostram preferências para sombras que forneçam maior proteção contra a radiação solar.

3.3.4 Evaporação

Geralmente, em um ambiente tropical, o mecanismo físico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera (VILELA, 2008).

Baêta e Souza (1997), afirmaram que quando um animal encontra-se em um ambiente térmico estressante, à medida que a temperatura corporal dele aproxima-se da temperatura ambiente, as trocas de calor sensível deixam de ser efetivadas no balanço homeotérmico, pois o gradiente de temperatura torna-se pequeno, reduzindo sua eficácia, havendo necessidade de utilização das trocas de calor latente. Para vacas Holandesas manejadas em ambiente tropical, a evaporação torna-se o principal mecanismo termolítico, quando a temperatura do ar eleva-se acima de 30 °C, com baixa umidade relativa do ar, podendo ser responsável por até de 80% do fluxo total de calor latente.

Confirmando essa informação, Maia *et al.* (2005a), ao estudarem a perda de calor latente em vacas Holandesas, verificaram que entre 10 e 20 °C a evaporação cutânea é responsável por 20-30% da perda total de calor, sendo o restante eliminado sob a forma de calor sensível. Entretanto, quando a temperatura do ar encontrava-se em torno de 34°C, a perda de calor sensível se tornava pouco efetiva e a evaporação cutânea respondia por cerca de 85% da termólise total.

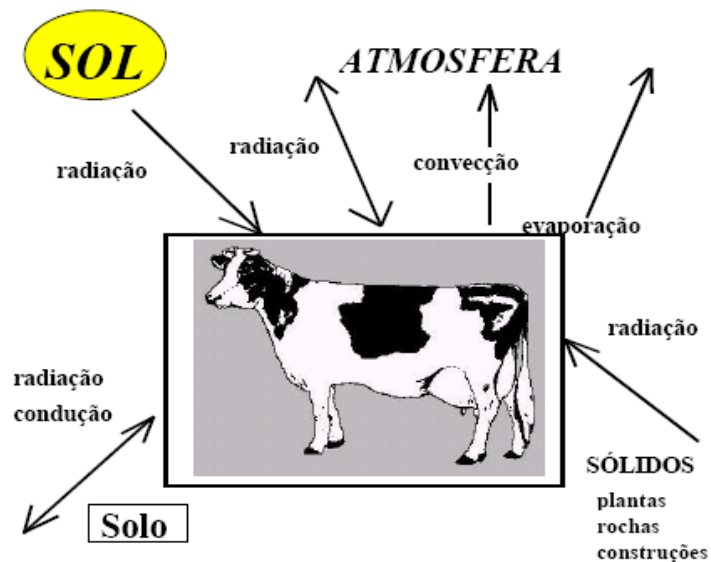


FIGURA 1 - Trocas térmicas entre o animal e o ambiente
Fonte: SOUZA, 2003.

3.3.5 Conforto térmico

Conforto térmico traduz uma situação em que o balanço térmico é nulo, isto é, o calor que o organismo do animal produz, mais o que ele ganha do ambiente, é igual ao calor perdido por intermédio da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas. Se isso não ocorre, o animal se defende por outros mecanismos de termorregulação, com o objetivo de ganhar ou perder calor para o ambiente em que está inserido (ARAÚJO, 2001).

A zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade é determinada pela faixa de temperatura ambiental em que o animal mantém constante sua temperatura corporal com mínimo de esforço dos mecanismos termorregulatórios. Os limites da zona de conforto térmico são a temperatura crítica superior (TCS) e a temperatura crítica inferior (TCI). Abaixo da TCI, a vaca entra em estresse pelo frio, acima da TCS, estresse por calor (TAPKI; SAHIN, 2006).

Dentro da zona termoneutra existe uma faixa de temperatura mais estreita, denominada zona ótima para o desempenho e saúde animal (FIG. 2), onde o animal não sofre estresse térmico, e a utilização dos nutrientes da dieta é máxima, e a temperatura corporal, a frequência respiratória e a ingestão de alimentos são normais, não ocorrendo sudação, e a produção de leite é ótima (BACCARI JÚNIOR, 1998).

Ao ultrapassar a TCS, começam a atuar os primeiros mecanismos de termorregulação, como vasodilatação periférica, sudorese e polipneia. Na persistência dessa situação de estresse térmico, os mecanismos de termorregulação intensificam-se, e o animal busca reduzir seu metabolismo por meio da depressão da atividade da tireoide, produzindo menor quantidade de tiroxina. Tal evento está associado à diminuição da ingestão de alimentos e mobilização das reservas corporais. Entretanto, irá ocorrer um momento em que os mecanismos de defesa se tornam insuficientes, ocorrendo um quadro de hipertermia acentuada que, se persistir durante algumas horas, provoca a morte do animal (HAFEZ, 1973).

A TCS para vacas de origem europeia em lactação fica entre 25 e 27 °C, podendo variar para mais ou para menos dependendo da adaptação do animal, do tempo de exposição e do nível de produção (BAÊTA; SOUZA, 1997). Já Hafez (1973) observou que TCS para vacas em lactação das raças Pardo-Suíça e Jersey pode chegar a 27° e 29 °C, respectivamente, e segundo Tapki e Sahin (2006) vacas em lactação preferem temperaturas entre 5 a 25 °C, havendo, assim, na literatura, valores bastantes variáveis.

As raças Zebus são mais tolerantes ao calor, por originarem-se de ambiente tropical da Índia onde o clima é quente e úmido, como observado na Península de Kathiawar, berço das raças Gir e Guzerá, tendo esses animais a TCS de 35°C e o mínimo de 0°C de acordo com Pereira (2005).

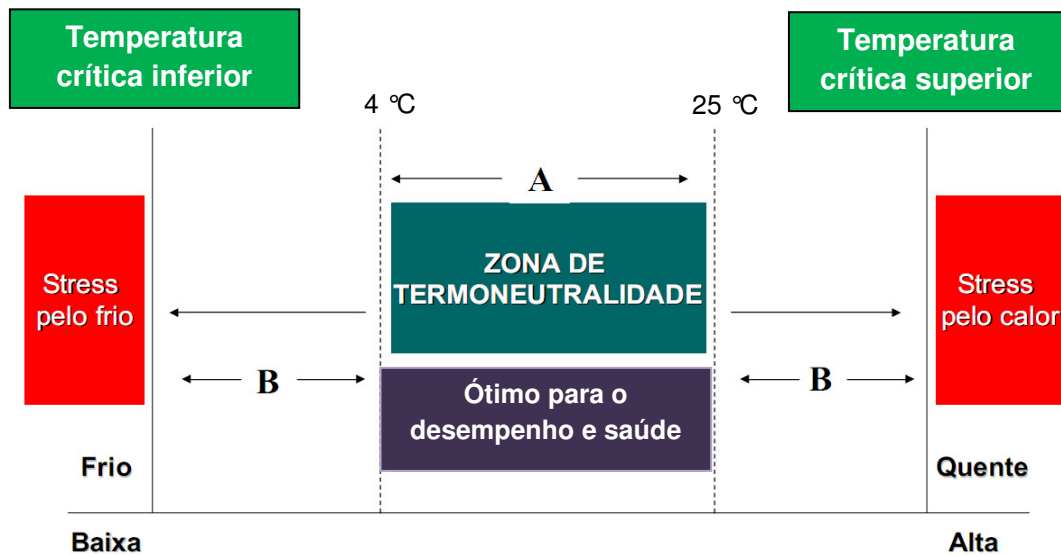


FIGURA 2 - Representação esquemática da zona de termoneutralidade (A: 4 a 25 °C) para vacas leiteiras da raça Holandesa, abaixo e acima dessa zona, (B) onde ocorrem pequenas perdas no desempenho dos animais e abaixo da temperatura crítica inferior e acima da superior, onde ocorre *stress* por frio ou por calor

Fonte: MATARAZZO, 2004.

3.5 Índices de conforto térmico

3.5.1 Índice de temperatura e umidade

São índices que conseguem quantificar em uma única variável, o efeito do estresse térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevalentes em um dado momento (ARAÚJO, 2001).

Para Buffington *et al.* (1981), o índice de temperatura e umidade (ITU) é o mais utilizado pela maioria dos pesquisadores para avaliação do conforto em animais, já que é de fácil obtenção. O ITU considera em seu cálculo a temperatura e a umidade relativa do ar, que são variáveis de fácil obtenção.

Hahn (1985) relata que valores de ITU menores que 70 indicam condição normal, não estressante para o animal; valores entre 71 e 78 é

crítico; entre 79 e 83 indica perigo e acima de 83 já constitui uma situação de emergência. West *et al.* (2003), observaram um declínio de 0,88 kg por unidade de aumento do ITU acima de 72.

Para animais cruzados, não há limites ainda definidos, sendo que um estudo em Coronel Pacheco, Minas Gerais, Azevedo *et al.* (2005) observaram os níveis críticos superiores ITU para os grupos genéticos $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação e verificaram por meio da frequência respiratória (FR), os valores críticos superiores de ITU iguais a 80, 77 e 75 para os grupos genéticos $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ HZ, respectivamente. Com base na temperatura da superfície corporal, estimou-se valor crítico superior de ITU igual a 79 para os três grupos genéticos estudados. Vacas do grupo genético $\frac{1}{2}$ HZ demonstraram maior tolerância ao calor que as $\frac{7}{8}$ HZ, enquanto as $\frac{3}{4}$ HZ se situaram em posição intermediária.

Embora seja o índice mais usado pelos pesquisadores, o ITU tem a limitação de levar em consideração somente a temperatura e umidade relativa do ar, mesmo sendo a radiação térmica um dos fatores mais importantes para o conforto de animais em campo aberto. Silva (2000) observou que se o ITU for usado para avaliar um determinado ambiente, não mostrará quaisquer diferença para animais mantidos no interior de abrigos, a sombra e sob o sol direto. A FIG. 3 relaciona temperatura e umidade para determinar o valor de ITU.

		Umidade relativa (%)																		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Temperatura ambiente	20	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68
	22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71
	24	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75
	26	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78
	28	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82
	30	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86
	32	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	89
	34	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92
	36	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	38	78	79	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	94	95	95	96	97
	40	80	81	82	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	95	96	97	98	99	100

	Conforto muito bom
	Conforto bom
	Conforto regular
	Conforto Ruim

FIGURA 3 - Categorias do ITU com relação às variáveis meteorológicas de umidade relativa e temperatura ambiente
Fonte: LIMA, (2006).

3.5.2 Índice de temperatura do globo e umidade

O índice de temperatura do globo e umidade (ITGU), leva em consideração a radiação solar, que é uma das mais importantes causas do estresse térmico para o homem e o animal. Determinado por Yaglou e Minard (1957) citados por Araújo (2001), o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) é baseado nas medidas da temperatura de globo negro, da temperatura de ponto de orvalho e da temperatura ambiente.

O termômetro de globo negro é um dos instrumentos para determinação da carga térmica radiante que é a quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente, cuja temperatura em grau Celsius indicada provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis (SILVA, 2000).

Nas condições brasileiras, os sistemas de criação para produção de leite são geralmente caracterizados por instalações semiabertas, as quais permitem que o animal tenha acesso a outra área, normalmente descoberta.

Em razão disso, o ITGU tem sido bastante utilizado nas pesquisas nacionais (MARTELLO *et al.*, 2004).

Bond *et al.* (1976), relataram que o sombreamento pode reduzir cerca de 30% ou mais a carga térmica radiante incidente sobre o animal e está redução depende do material de cobertura utilizado para promover o sombreamento.

Esse índice expressa a radiação total recebida pelo globo negro e considera o efeito da velocidade do vento e da temperatura ambiente. Segundo Sevegnani (1997), a temperatura de globo negro também é muito utilizada como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações.

Numa região intertropical (entre os paralelos de 23º, norte e sul) a temperatura do ar encontra-se frequentemente próxima da corporal ou a excede; além disso, a temperatura radiante média do ambiente tende a ser muito mais elevada que a atmosférica; conseqüentemente, a termólise por convecção e radiação é dificultada ou inibida. Em adição, se a região for também úmida, a perda de calor por evaporação será prejudicada, de modo que o estresse proporcionado sobre os animais pode ser muito elevado (SILVA, 2000).

Tais condições são muito diferentes das que ocorrem nas regiões temperadas, nas quais a temperatura do ar é quase sempre bem mais baixa que a corporal e a temperatura radiante média raramente ultrapassa a temperatura do ar, além do fato de a irradiância solar de ondas curtas ser muito menor que aquela em latitudes mais baixas (SILVA, 2000).

3.6 Efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas

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 estratégia de termorregulação dos mamíferos é manter a temperatura corporal interna maior que a temperatura ambiente para permitir um fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (COLLIER *et al.*, 2006). Quando a temperatura ambiente se

eleva, aproximando-se do valor da temperatura corporal, o gradiente de temperatura torna-se pequeno e reduz a eficiência das perdas de calor por processos evaporativos. A respiração e sudação são as formas evaporativas utilizadas por esse mecanismo de transferência de calor (MAIA *et al.* 2003).

A frequência respiratória (FR) está sujeita a variações intrínsecas e extrínsecas do animal. As intrínsecas caracterizam-se pelas respostas aos exercícios físicos, medo, excitação, estado fisiológico e produção de leite. Fatores extrínsecos são atribuídos ao ambiente, como condições climáticas, principalmente temperatura e umidade do ar, radiação solar, velocidade dos ventos, estação do ano, hora do dia, densidade e sombreamento. A FR normal em bovinos adultos varia entre 24 e 36 movimentos respiratórios por minuto (mov/min) (STÖBER, 1993), mas pode apresentar valores mais amplos, entre 12 e 36 mov/min (TERRA, 1993). Sob estresse térmico, a FR começa a elevar-se antes da temperatura retal (BIANCA, 1965) e geralmente, observa-se taquipneia em bovinos em ambientes com temperatura elevada (STÖBER, 1993).

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela temperatura retal (TR). A medida da TR é usada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se ineficientes (MARTELLO, 2006). Hansen (2005) relata 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.

A temperatura do pelame (TPE) não é homogênea e apresenta variações de acordo com a superfície anatômica. A superfície corporal apresenta temperatura mais variável, pois está sujeita as influências do ambiente externo (VILELA, 2008).

A TPE depende, principalmente, das condições ambientais de umidade, temperatura do ar, vento, e das condições fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor. Assim, a TPE contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas térmicas com o ambiente em temperaturas amenas (BERTIPAGLIA *et al.*, 2008).

Como já relatado anteriormente, os bovinos dissipam calor para o ambiente por meio da pele por radiação, condução e convecção, ou seja, perda de calor sensível (CUNNINGHAM, 1999).

Sob condições de estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas e a evaporação torna-se o principal processo de perda de calor. Segundo Martello (2002), a TPE de vacas da raça Holandesa, alojadas em instalações climatizadas, pode variar de 31,6 °C às 6 horas a 34,7 °C às 13 horas, sem indicar que o animal está sofrendo estresse pelo calor.

Em altas temperaturas ambientes a evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em bovinos. A dissipação de calor se dá pelo trato respiratório e na superfície cutânea. Essa troca de calor por evaporação, respiratória ou cutânea, é pequena sob baixas temperaturas ambientes, quando predominam as trocas de calor sensível (GEBREMEDHIN; WU, 2001).

Entretanto, quando sob temperaturas superiores a 30°C, a evaporação cutânea torna-se o principal mecanismo de perda de calor, chegando a 85% do total, enquanto que os outros 15% corresponderam a perdas por evaporação respiratória (LIGEIRO *et al.*, 2006).

A taxa de sudação em vacas leiteiras depende da temperatura da pele, da umidade relativa do ar, da densidade, do tamanho e funcionalidade das glândulas sudoríparas, além da espessura do pelame. As glândulas sudoríparas dos bovinos são do tipo apócrinas e, são também conhecidas como epitríquias, porque estão sempre associadas a um folículo piloso (AZEVEDO, 2004).

Animais de raças zebuínas apresentam maior número de glândulas sudoríparas e de maior tamanho que bovinos europeus, os quais são capazes de regular melhor a temperatura corporal em resposta ao estresse térmico do que os taurinos, recorrendo assim ao aumento da sudação que

neles é bem maior que nas raças europeias apenas sob temperaturas extremas (VILELA, 2008).

Para efeito de cálculo, a parte centro lateral do tronco à altura das costelas, representa um valor médio das diversas regiões quanto à densidade numérica de glândulas sudoríparas, sendo uma localização conveniente para efetuar a medida da taxa de sudação (SILVA, 2000). A variação na taxa de sudação entre as regiões do corpo do animal é muito grande sendo mais intensa no flanco (AZEVEDO, 2004).

A superfície cutânea dos mamíferos, constituída pela epiderme e seus anexos (pêlos, lã, glândulas sudoríparas e sebáceas) representa a mais extensa linha de contato entre o organismo e o ambiente, esse último, sendo mutável em seus vários aspectos determina modificações na proteção externa (AZEVEDO, 2004).

A perda de calor por evaporação em bovinos ocorre principalmente no nível da epiderme, respondendo por, aproximadamente, 80% da perda total (LIGEIRO *et al.*, 2006).

McManus *et al.* (2005) avaliaram a tolerância ao calor em bovinos naturalizados e encontraram valores que variaram entre 215,22 g.m⁻².h⁻¹ para animais Nelore a 323,22 g.m⁻².h⁻¹ referente ao Mocho nacional, tendo a raça Holandesa apresentando uma média de 269,13 g.m⁻².h⁻¹. Comparando-se os resultados das raças Holandesa e Nelore, considerou-se que o estímulo ao estresse térmico foi maior na raça Holandesa devido à menor eficiência de outros mecanismos termorreguladores, como por exemplo, pelame inadequado ao ambiente, menor capacidade respiratória e menor área epidérmica em relação ao volume corporal.

3.7 Características do pelame

A cor do pelame e suas características (espessura, número de fibras por área, diâmetro e comprimento do pêlo) podem afetar consideravelmente os mecanismos de troca térmica (POCAY, *et al.*, 2001).

De acordo com Maia *et al.* (2003), os animais predominantemente negros são mais bem protegidos contra a radiação solar que os predominantemente brancos. Concluindo que a seleção deste tipo de vaca pode ser uma boa escolha para aumentar a resistência do gado Holandês às condições do ambiente tropical, principalmente a forte radiação solar quando esses animais são criados a campo aberto. Mas de acordo com esse mesmo autor, esta seleção deve ser realizada no sentido de buscar um pelame menos denso com pêlos bem assentados, grossos e curtos, para favorecer as perdas de calor latente e sensível por meio da camada de pêlos.

Esse resultado confirma a afirmação relatada por Silva *et al.*, (2001), pois em um ambiente caracterizado por altos níveis de radiação UV, a combinação adequada para bovinos é um pelame de cor branca, sobre uma epiderme de cor negra. Na impossibilidade dessa combinação, um pelame de cor negra é a alternativa mais desejável.

É geralmente aceito que pelame escuro apresenta maior absorção e menor reflexão da radiação térmica, resultando em maior estresse de calor para os animais. Entretanto, tem sido demonstrado que os pelames claros apresentam maior penetração da radiação solar que os escuros (MAIA, *et al.*, 2003).

Gebremedhin *et al.* (1983), verificaram que a epiderme sob o pelame branco apresentava temperatura alta em toda a sua extensão, devido à maior penetração da radiação solar, ao passo que nas malhas negras, apenas uma fina camada apresentava-se mais aquecida. Hafez (1973) advertem que a pigmentação da pele, mesmo acompanhada por pelos escuros, aumenta a carga de calor absorvida, mas protege as camadas mais profundas da epiderme dos danos providos pela radiação ultravioleta, que é uma importante causa de carcinomas cutâneos em animais (ANEXO A).

A proteção natural dos animais contra a radiação UV é proporcionada pela camada de pelos e pela melanina dos pelos e da epiderme. A melanina é formada por células especializadas (melanócitos) localizadas na camada basal da epiderme e na extremidade dos folículos pilosos. A sua única função conhecida é a proteção contra a radiação UV, sendo esse fator fundamental para animais criados nas regiões intertropicais (SILVA *et al.*, 2001).

A transferência térmica por meio do pelame depende do número de pêlos por unidade de área, do ângulo de inclinação dos pêlos em relação à epiderme, de seu diâmetro e do comprimento. O calor conduzido pelas fibras é maior do que o conduzido pelo ar. Deste 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.

Pinheiro e Silva (1998) estudaram a influência da época do ano sobre algumas características do pelame de vacas da raça Holandesa em São Carlos, SP. Os autores encontraram valores de espessura do pelame de 4,09 mm na primavera e 2,84 mm no outono. A densidade numérica foi maior no outono (718 pelos/cm²) do que na primavera (474 pelos/cm²) e um comprimento médio de 14,15 mm e 12,58 mm, respectivamente, no outono e na primavera. Veiga *et al.* (1964) observaram que o pelame de vacas da raça Holandesa apresentava modificações anuais, com substituição dos pelos mais longos no inverno, por pelos mais curtos, no verão.

O padrão de mudança nos pelos é bastante semelhante entre animais europeus, mestiços e zebuínos. Sendo que, de acordo com Veríssimo *et al.* (2006), o período de transição de um pelame de inverno para um de verão é de aproximadamente quatro meses, no entanto, a grande maioria dos pelos são trocados em setembro e nas primeiras semanas de outubro.

Esses resultados mostram que em épocas onde ocorre temperatura mais elevada e o fotoperíodo mais longo tendem a provocar a queda dos pelos longos do inverno, com substituição por pelos mais curtos no verão (VEIGA *et al.*, 1964).

Pinheiro e Silva (1998) observaram o comprimento de pelos de 342 vacas Holandesas, verificando efeito da estação do ano sobre o comprimento

dos pelos, e obteve médias de 12,59 mm e 14,15 mm, na primavera e outono, respectivamente. Maia *et al.* (2003), verificaram que o pelame preto apresentou-se menos denso e com pelos mais curtos (12,05 mm) e grossos do que pelame branco, que era mais denso e com pelos mais compridos (14,26 mm).

Bianchini *et al.* (2006), diante da análise de animais naturalizados brasileiros, visualizaram que quanto menor o número de pêlos por unidade de área, mais facilmente o vento penetra na capa e remove o ar aprisionado entre os pêlos, o que favorece a transferência térmica. Façanha *et al.* (2010), encontraram uma média geral de 1552 pelos/cm², a qual é bastante superior à registrada por pesquisas brasileiras, como, por exemplo, Maia *et al.* (2003) que encontrou em pelame negro 932 pelos/cm² e Bertipaglia *et al.* (2005) o valor de 1004 pelos/cm². Entretanto, Silva (2000) relata que as raças nativas de climas tropicais apresentam pelame consideravelmente mais denso do que pelame do gado europeu.

Veiga *et al.* (1964), revelaram que no estado de São Paulo os representantes da raça Jersey apresentavam pelame nitidamente menos espessos que o de outras raças europeias, como Holandesa e Pardo Suíço. A espessura do pelame do gado Jersey foi a que mais se aproximou daquela apresentada por zebuínos Gir, Guzará, Nelore e Indubrasil, no verão e no inverno. Já Pinheiro e Silva (2000), observou que a espessura do pelame foi maior na primavera do que no outono em vacas da raça Holandesa.

3.8 Comportamento

O comportamento animal compreende a expressão motora das motivações internas e das interações do animal com o ambiente no qual se encontra. As variáveis do ambiente físico e a disponibilidade de interações como os outros indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes geram os diferentes padrões comportamentais (KREBS; DAVIES, 1996).

O estudo do comportamento animal é de grande importância, principalmente para animais mantidos em regime de confinamento, como

acontece na exploração leiteira em algumas regiões do país (DAMASCENO; TARGA, 1997).

Os indicadores comportamentais que tem sido avaliados nos animais em condições de estresse são: ingestão de alimento e água, ruminação, ócio e procura de sombra (RASLAN; TEODORO, 2007), sendo a redução na ingestão de alimentos, aumento na ingestão de água, diminuição na atividade de pastejo e a procura pela sombra respostas imediatas ao estresse pelo calor (SILANIKOVE, 2000).

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). Toda modificação do processo biológico para regular a troca de calor pode ser classificada como modificação do comportamento (CONCEIÇÃO, 2008), sendo que durante o estresse térmico, as vacas procuram sombra e locais mais ventilados (WEST, 2003).

O comportamento animal em combinação com as medidas de carga térmica, como a temperatura corporal, pode fornecer informações sobre como e quando amenizar o estresse térmico para os animais (BEWLEY *et al.* 2010).

O padrão de procura de alimento por bovinos leiteiros é bem característico, tendo uma alimentação sincronizada com o horário de ordenha. Esse fato pode ser observado tanto em condições de pastagem quanto em confinamento, e em qualquer estação do ano (STRICKLIN; KAUTZ-SCANAVY, 1984). Em animais confinados, essa procura também ocorre quando o cocho é restabelecido pela manhã (PERERA *et al.*, 1986).

Fraser e Broom (1990) assinalam que, em condições de restrição alimentar, os animais alimentam-se mais rapidamente. Esses autores relatam que vacas estabuladas passam em torno de 5 horas comendo, com ritmo diurno de alimentação semelhante aquele quando em pastejo, sendo que Pires *et al.* (2001), comparando animais em confinamento e em pastejo, encontraram em média 4,6 e 6,2 horas respectivamente em cada ambiente.

A produtividade das vacas em lactação pode ser adversamente afetada pelo desconforto (PIRES, 1997). Prasanpanich *et al.* (2002), observaram que animais criados em regime de estabulação se alimentaram mais do que o grupo em pastejo em função das melhores condições de conforto térmico para o animal.

A ruminação é a atividade que envolve a regurgitação, a 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 (ALBRIGHT; STRICKIN, 1989). Quando as vacas estão ruminando, sejam deitadas ou em pé, ficam quietas, relaxadas, com a cabeça para baixo e com as pálpebras semicerradas expressando conforto.

O tempo total de ruminação pode variar de 4 a 9 horas, sendo dividido em períodos com duração de minutos a uma hora ou mais (FRASER; BROOM, 1990). Por outro lado, no inverno, a percentagem de vacas ruminando é maior do que no verão (PIRES, 1997) e os animais permanecem mais em ócio no verão que no inverno (PERERA *et al.* 1986). Além disso, procurando aumentar a perda de calor, no verão, as vacas passam maior tempo na posição em pé, ao contrário no inverno, época em que elas preferem ficar deitadas (PERERA *et al.* 1986).

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

O ócio pode ser definido como o período em que o animal não está comendo, ruminando ou ingerindo água, pode apresentar duração média de 10 horas diárias, com, variações entre 9 e 12 horas por dia (ORR *et al.*, 2001).

Dentre os padrões fixos de comportamento, o de deitar é considerado altamente prioritário para as vacas leiteiras que passam em média, entre 9 e 15 horas / 24 horas, deitadas, dependendo do sistema habitacional e do substrato (TUCKER *et al.*, 2004).

A variação da frequência da atividade de deitar-se é influenciada, entre outros fatores, pela temperatura (KROHN; MUNHSGAARD, 1993). Perera *et al.* (1986) observou uma tendência das vacas em passar duas ou três horas ininterruptas deitadas, uma ou duas horas em pé e, aproximadamente, uma hora no cocho de alimentação.

Uma mudança de comportamento associada à carga de calor é um aumento no tempo gasto em pé (OVERTON *et al.*, 2002). Tucker *et al.* (2008), descobriram que o tempo em pé parado aumentou 10 por cento (13,8 a 15,3 horas por dia) quando a carga de calor aumentou 15 por cento. Bewley *et al.* (2010) sugeriram que as vacas passam mais tempo em pé para aumentar a perda de calor através do aumento da quantidade de pele exposta ao fluxo de ar ou vento.

CAPÍTULO 2 - RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA NO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

Objetivou-se avaliar a interferência das condições climáticas do norte de Minas Gerais sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas da raça Holandesa pura por cruza, em lactação. O experimento foi conduzido em duas fases, julho/agosto e outubro/novembro de 2010 utilizando 12 fêmeas em lactação, totalizando 18 dias de avaliações em cada fase experimental. Os parâmetros fisiológicos como frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da superfície do pelame (TPE) e os produtivos foram observados pela manhã e à tarde, durante três dias da semana. Já a taxa de sudação foi medida uma vez por semana totalizando seis coletas em cada fase. Os dados climáticos como temperatura ambiente (TBS), umidade relativa (UR), temperatura do ponto de orvalho (Tpo) foram coletados por intermédio de um sistema de aquisição de dados (*datalogger*), já a temperatura do globo negro (Tgn) foi aferida com um termômetro de mercúrio. Essas variáveis foram coletadas interna e externamente ao local onde os animais estavam alojados. As variáveis fisiológicas apresentaram padrão sazonal bem claro, com maiores valores durante os meses mais quentes e menores nos meses mais frios. Mesmo com índice de conforto térmico acima de 80, não foram evidenciados valores estressantes de temperatura retal, frequência respiratória e temperatura do pelame, mas ocorreu pequena redução na produção de leite nos meses mais quentes. Embora tenha havido efeito da fase experimental sobre os parâmetros estudados, os mesmos mantiveram-se dentro dos limites considerados normais para vacas Holandesas em lactação.

Palavras-chave: Ambiência. Bovino. Estresse térmico. Taxa de sudação.

CHAPTER 2 - PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND PRODUCTIVE FOR HOLSTEIN COWS FOR CROSS PURE IN NORTH OF MINAS GERAIS

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of climatic conditions in northern Minas Gerais on the physiological and productive in Holstein cows by pure crosses, in lactation. The experiment was conducted in two phases, July / August and October / November 2010 using 12 lactating females, totaling 18 days of assessments in each phase. Physiological parameters such as respiratory rate (RR), rectal temperature (RT) and coat surface temperature (CST) and the production were observed in the morning and afternoon during the three days of the week. The rate of sweating was measured once a week totaling six samples in each phase. Climatic data such as temperature (DBT), relative humidity (RH), dew point temperature (T_{po}) were collected by a datalogger, as the black globe temperature (BGT) was measured with a black globe thermometer, these variables were collected inside and outside the place where the animals were housed. Physiological variables showed clear seasonal pattern, with higher values during the warmer months and lower during the colder months. Even with thermal comfort index above 80, there was no evidence of stressful values for rectal temperature, respiratory rate and temperature of the coat, but there was a reduction in milk production in the warmer months. Although an effect of the experimental phase on the parameters studied, these remained within the normal range for lactating Holstein cows.

Keywords: Ambience. Bovine. Heat stress. Sweat rate.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, animais da raça Holandesa sofreram uma melhoria na sua composição genética, com aumento não só a capacidade produtiva, mas também levando a uma maior ingestão de alimentos e consequentemente maior produção de calor metabólico (PEGORER *et al.*, 2007). Assim surge a necessidade de verificar se esses animais, selecionados sob ótimas condições ambientais, também seriam considerados superiores quando sua progênie fosse levada a produzir em ambiente desfavorável.

Quando a temperatura ambiente ultrapassa o limite adequado para animais Holandeses, ocorre a redução gradativa na eficiência dos processos de perda de calor e a vaca entra em estresse térmico que é o somatório de forças externas atuantes no animal a fim de deslocar sua temperatura corporal (HANSEN; ARECHIGA, 1999).

Normalmente, os animais respondem ao estresse térmico com aumentos na frequência respiratória, temperatura retal, redução no consumo de matéria seca e queda na produção de leite. Essas respostas variam em função de fatores como nível e estágio de produção e amplitudes de variação das variáveis ambientais.

Os índices de conforto térmico, determinados por meio de dois ou mais fatores climáticos, servem para avaliar o ambiente e procuram caracterizar, em uma única variável, o estresse a que os animais estão submetidos. No entanto, os índices mais utilizados foram desenvolvidos e testados para condições climáticas diferentes das presentes do Brasil (MARTELLO, 2006).

Ressalta-se ainda que as faixas de termoneutralidade sugeridas sejam principalmente para animais de raças europeias de clima temperado e merecem cautela se utilizadas para animais criados e adaptados em condições e ambientes tropicais.

O efeito do estresse térmico na produção animal, provavelmente se tornará muito mais importante no futuro, caso a previsão do aquecimento global torne-se realidade. Assim, deve-se atentar aos efeitos provocados pelo calor, principalmente naqueles animais de alto potencial genético.

Nesse sentido, a avaliação da influência do ambiente tropical nos animais leiteiros é necessária, uma vez que muitos trabalhos ainda são realizados em condições climáticas diferentes das encontradas em regiões tropicais. Então surge a necessidade de mostrar como o clima influencia nas questões fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas criadas nas condições climáticas do norte de Minas Gerais onde a temperatura na maioria do ano se encontra acima do nível de conforto térmico de vacas leiteiras da raça Holandesa.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a interferência das condições meteorológicas do norte de Minas Gerais sobre as respostas fisiológicas em vacas da raça Holandesa puras por cruza, em lactação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações gerais e características das construções

A pesquisa foi conduzida no setor de bovinocultura de leite na Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros – MG. O município encontra-se ao norte do estado de Minas Gerais em uma altitude média de 638 m e tem a sua posição determinada pelas seguintes coordenadas geográficas: 16° 51' 16" de latitude sul e 44° 55' 00" de longitude oeste (PRATES *et al.*, 2010).

Segundo a classificação de Koppen, o clima predominante na região é o Aw - tropical de savana, o qual possui duas estações bem definidas e tem registros de deficiência hídrica nos meses de maio a outubro, com temperatura média anual acima de 24,2 °C, sendo a mínima de 14,8°C e a máxima acima de 31°C com um índice pluviométrico médio anual de 1.200 mm (KOPPEN, 1948 citado por NOGUEIRA *et al.* 2009).

As coletas de dados foram realizadas em 2010 em duas fases experimentais, sendo a fase A: julho/agosto e a B: outubro/novembro, com três observações por semana, totalizando 18 dias de avaliação em cada período, compreendendo no total 12 semanas. Como durante a segunda fase

do experimento houve o horário de verão, os dados coletados e o manejo dos animais se mantiveram no mesmo horário, independente da mudança.

Foram utilizadas em cada período 12 vacas Holandesas de pelame negro, pluríparas, em lactação, puras por cruza, provenientes de cruzamentos absorventes. Os animais foram selecionados de acordo com a produção de leite e dias de lactação, mantendo homogeneidade no lote nas duas fases de observação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 2 x 2 (2 fases experimentais: julho/agosto e outubro/novembro x 2 períodos: manhã e tarde) com 12 repetições, totalizando 48 unidades experimentais.

Foi fornecida ração com relação concentrado: volumoso de 40:60 *ad libitum*. Como volumoso foi utilizada silagem de sorgo com 28% de matéria seca (MS). O concentrado tinha 22,6 % de proteína bruta e 71% de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) na matéria seca, composto por 70 % de milho grão moído, 25% de farelo de soja, 3% de mineral, 2% de ureia. A ração foi dividida em dois tratos, sendo que na fase A o fornecimento foi efetuado as 11 e 16 horas e na B as 8 e às 16 horas.

A instalação em estudo possuía orientação no sentido leste oeste, constituído de galpão meia água, com capacidade para 15 animais, coberto com telha de barro tipo francesa e estrutura de madeira, com declividade de 15%, sendo o piso em concreto com declividade de 1%, contendo um cocho com 60 cm de largura, seis metros de comprimento e 40 centímetros de profundidade, com estrutura de metal para contenção dos animais, evitando que eles se machucassem e competição por alimento. Adjacente a esta instalação havia um piquete de livre acesso sem cobertura para os animais com área média de 400 m² e árvores para sombreamento natural.



FIGURA 1 - Vista lateral do galpão meia água e o sombreamento natural do piquete na Fazenda Experimental
Fonte: Elaborada pela autora. 2010.



FIGURA 2 - Vista frontal do galpão meia água da Fazenda Experimental
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

2.2 Avaliação das condições meteorológicas

Os equipamentos (*datalogger* e globo negro) foram dispostos no interior e na parte externa da instalação, onde os animais eram alojados, para posterior verificação e comparação das condições de conforto térmico.

Para a verificação dos dados climáticos foi utilizado um abrigo meteorológico para coleta da temperatura ambiente (TBS), umidade relativa do ar (UR) e ponto de orvalho (T_{po}), localizado nas proximidades da instalação a uma altura de 1,60 m com sua frente voltada para a face sul. Os dados foram coletados em intervalos de 30 em 30 minutos durante todo o período experimental.

Nas proximidades do abrigo, foi instalado um termômetro de globo negro confeccionado a partir de uma esfera de plástico, oca com 15 cm de diâmetro, pintada de preto fosco, sendo no seu interior instalado um termômetro de mercúrio, em vidro, com resolução de 1,0 °C, onde seu bulbo se encontrava no centro geométrico do globo (SOUZA *et al.*, 2002). Esse termômetro fornece em uma só medida, os efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento sendo a leitura expressa em termos de temperatura do globo negro, em graus Celsius (KELLY; BOND, 1971), esses dados foram coletados de duas em duas horas, a partir das 6 até as 18 horas. Foi instalado também um *datalogger* e um globo negro dentro da instalação a uma altura de 1,60 m.

A partir dos registros climáticos, foram calculados os índices de conforto térmico do animal, como o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), este último considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do ar. Esses dados foram obtidos com o uso das seguintes expressões, segundo Buffington *et al.* (1981):

$$\text{ITU} = \text{TBS} + 0,36 \times \text{Tpo} + 41,5$$

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

Onde:

TBS= temperatura do bulbo seco (°C)

Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C)

Tgn= temperatura do globo negro (°C)

A partir dos dados obtidos foram coletados em intervalos de 30 minutos ao longo de 24 horas por meio de sistema de aquisição de dados (*datalogger*), foram observados o número de horas do dia com temperatura inferior a 21 °C (frio), entre 21 e 27 °C (conforto) e superior a 27 °C (quente), de acordo com Igono *et al.* (1992). Já com o ITU, foi observado o número de horas em que esse índice foi inferior a 70, entre 71 a 78, entre 79 a 82 e superior a 82 em cada fase do experimento, segundo Du Preez *et al.* (1990).

Foram realizadas médias horárias dos valores de TBS, UR e do ITU para efeito de comparação do ambiente da instalação e o externo.



FIGURA 3 - Abrigo meteorológico e globo negro, localizados próximo a instalação onde ficam os animais na Fazenda Experimental.
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.



FIGURA 4 - Equipamentos meteorológicos na parte interna da instalação evidenciando o *datalogger* e o globo negro
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

2.3 Parâmetros fisiológicos e produtivos

Os parâmetros fisiológicos estudados foram: temperatura retal (°C), temperatura do pelame (°C) e frequência respiratória (mov.min⁻¹). Esses fatores foram medidos duas vezes ao dia (7 e 15:30 horas) logo após cada ordenha, com os animais posicionados a sombra logo após a ordenha.

Para adaptação dos animais às condições experimentais, estabeleceu-se um período de pré-experimento correspondente a sete dias, durante os quais foram realizados todos os procedimentos que seriam utilizados durante o experimento, tendo à presença do observador e a passagem pelo tronco de contenção a fim de minimizar o estresse psicológico por medo de situações novas.

Para a medida 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 multiplicando o valor encontrado por quatro para obter o número de movimentos respiratórios por minuto (MARTELLO *et al.*, 2004).

A temperatura da superfície do pelame foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro 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 Souza (2003):

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

Sendo: T = temperatura (°C).

A TR era determinada manualmente, com o termômetro clínico digital humano inserido no reto e encostando seu bulbo na mucosa do animal, evitando assim a interferência das fezes sobre o resultado.

A taxa de sudção foi avaliada pelo método descrito por Schleger e Turner, (1965) citado por Bertipaglia *et al.* (2008), uma vez a cada semana,

totalizando 6 coletas por fase, apenas na parte da tarde, logo após a segunda ordenha. Portanto, para essa característica, os tratamentos foram as duas fases experimentais (julho/agosto e outubro/novembro), no delineamento inteiramente ao acaso com 12 repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Esse método consiste em preparar três discos de papel filtro Whatnam, número 1, de 0,6 cm de diâmetro banhados com solução de cloreto de cobalto a 10% e secas a temperatura ambiente e logo após em estufa a 80° C até atingir a cor azul violácea. Feita a secagem, esses discos foram montados no centro de uma fita adesiva (tipo durex®) fixados em lamina microscópica e estocados em frascos hermeticamente fechados contendo sílica gel. As lâminas eram preparadas em menos de 12 horas antes de serem utilizadas.

Foi realizada a tricotomia em uma área de 9 cm² aproximadamente 30 cm abaixo da linha dorsal, na região torácica mediana do animal e logo depois de feita a limpeza com éter comercial e álcool, para facilitar a fixação da fita.

Os discos foram fixados na região em que foi realizada a tricotomia e cronometrou-se o tempo gasto, em segundos, para que cada disco mudasse da cor violácea para o rosa claro.

As médias dos valores encontrados nos três discos foram utilizadas na fórmula:

$$TS = (22 \times 3600) / (2,06 \times t)$$

Sendo:

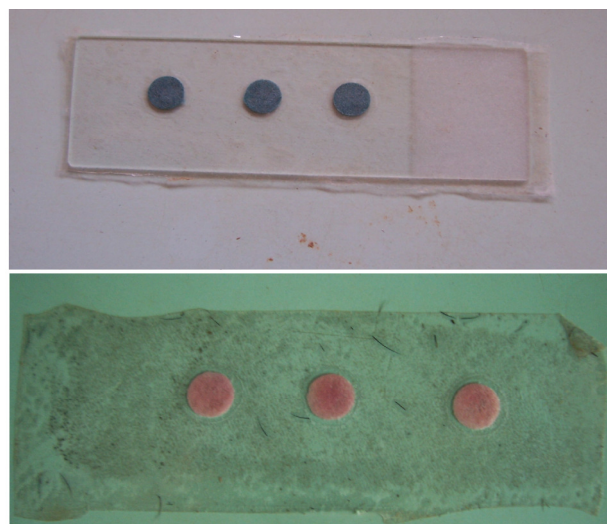
$$TS = \text{taxa de sudação (g.m}^{-2} \text{ h}^{-1})$$

$$t = \text{tempo médio (segundos)}$$



FIGURA 5 - Registro da temperatura da superfície do pelame em animal incluído no experimento.

Fonte: Elaborada pela autora 2010.



A

B

FIGURA 6 - A) discos de papel filtro fixados a lâmina microscópica. B) discos de papel filtro após serem retirados do animal

Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

Os registros da produção de leite do lote de vacas foram efetuados, nas ordenhas de manhã e tarde, por meio de balança, calculando-se a média diária de produção do lote.

2.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância em nível de significância de 5%. Já as análises de correlação entre as variáveis meteorológicas e fisiológicas foram estimadas pelo método de Pearson sendo adotado nível de significância de 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando-se o SAEG versão 9.1 (2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis meteorológicas e dos índices de conforto térmico correspondentes aos dias das coletas estão apresentados na TAB. 1.

TABELA 1

Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da temperatura ambiente, índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU), umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e quantidade de números de horas por dia da temperatura ambiente e do ITU, durante as duas fases experimentais em Montes Claros, no norte de Minas Gérias.

Variável	Fase A	Fase B
Temperatura ambiente (°C)		
Média e desvio padrão	23,8±1,4	29,0±1,9
Mínima	21,5	24,7
Máxima	26,1	32
<i>p</i>		0.00000
CV (%)		6,28
Número de horas/dia		
< 21 °C	13,0	3,7
21 A 27 °C	5,9	10,1
>27 °C	5,1	10,2
ITU		
Média e desvio padrão	69±1,6	77±1,7
Mínimo	66	74
Máximo	72	80
<i>p</i>		0.00000
CV (%)		2,29
Número de horas/dia		
<70	16,2	6,1
71 a 78	7,8	12,4
79 a 82	0,0	4,3
>82	0,0	1,2
ITGU		
Média e desvio padrão	75±1,5	82±2,5
Mínimo	72	77
Máximo	78	86
<i>p</i>		0.00000
CV (%)		2,65
Umidade relativa do ar (%)		
Média e desvio padrão	50±4,8	53±11,1
Mínimo	41	33
Máximo	58	80
<i>p</i>		
CV (%)		16,67
Precipitação pluviométrica por fase (mm)	0	275,0

$p < 0,05$ ns: não significativo

Fonte: Elaborada pela autora.

A máxima de temperatura ambiente foi acima da temperatura de conforto do animal na fase B. Thatcher e Collier (1981) relatam que, quando a temperatura ultrapassa o valor de 26,7°C, ocorre um considerável declínio na produção de leite, e o balanço calórico é prejudicado, assim como o consumo alimentar, observando que na fase B a temperatura média (29,0 °C) se encontrava maior que o relatado, pelo autor.

O valor médio do ITU na fase A foi de 69, indicando assim, ausência de estresse no animal, pois Du Preez *et al.* (1990) classificaram o ITU como: inferior a 70, ausência de estresse, entre 70 e 72, alerta, alcançando o nível crítico, entre 72 e 78, alerta, acima do ponto crítico, 78 a 82, perigo, e superior a 82, emergência. Na fase B, o valor médio observado dessa variável foi de 77, caracterizando estresse ameno pelo calor, sendo que de acordo com Johnson *et al.* (1988), ITU acima de 72 implicaria em redução na produção de leite.

Em análise geral, as condições ambientais nas duas fases experimentais indicam que a maior diferença ocorreu em decorrência dos valores médios da temperatura ambiente, que estiveram mais elevados na fase B (29,0 °C) que na fase A (23,8 °C), ($p < 0,05$), visto que a umidade relativa não obteve variação significativa (50% na fase A e 53% na fase B).

Os resultados do número de horas do dia com temperaturas acima de 27°C e ITU maior que 71 indicam que os animais ficaram expostos a condições estressantes durante em média 10,2 horas do dia na fase B, sendo esse valor maior que o observado na fase A (5,1 horas) em função da temperatura. Com relação ao ITU, na fase A, obteve-se maior quantidade de horas do dia com valores abaixo de 70, indicando que nesse período os animais não estavam sob condições de estresse na maior parte do dia. Na fase B, os animais ficaram em condições mais extremas de desconforto, pois os valores de ITU chegaram a ser superiores a 79 durante quase 6 horas do dia, com maior exposição no período da tarde.

No presente estudo, o valor médio encontrado do ITGU na fase B foi de 82, estando acima do indicado como conforto para o animal, pois segundo Turco *et al.* (1999) um ITGU de até 74 é condizente com ambiente confortável, de 75 a 84, caracteriza situação perigosa e acima de 84, situação

de emergência, sendo que a máxima nesse período teve um valor de 86, foi mais elevada que o valor indicado pelo autor para situação de emergência. Na fase A, o ITGU se manteve dentro da faixa de normalidade, tendo valor médio de 74.

TABELA 2
Médias de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da superfície do pelame (TPE) nos dois horários observados nas duas fases experimentais

Variáveis	Horário	Fase	
		A	B
FR (mov.min. ⁻¹)	07:00	29 a	41 a
	15:30	42 b	58 b
<i>p</i>		0.00000	
CV (%)		22,7	
TR (°C)	07:00	37,9 a	38,3 a
	15:30	38,4 b	39,1 b
<i>p</i>		0.00000	
CV (%)		1,4	
TPE (°C)	07:00	28,1 a	32,8 a
	15:30	33,5 b	35,8 b
<i>p</i>		0.00000	
CV (%)		6,6	

p<0,05

Fonte: Elaborada pela autora

Foram constatadas diferenças ($p < 0,05$) na FR nos dois turnos, manhã e tarde. Esse resultado mostra que no período da manhã, em virtude das condições climáticas favoráveis, os animais não necessitaram ativar as vias respiratórias para perda de calor corporal, o contrário, acontecendo no período da tarde (TAB. 2).

No decorrer do dia, a TR apresentou uma tendência de elevação no período da manhã para a tarde, sendo maior às 15:30 horas. Este comportamento diário encontra-se de acordo com os dados encontrados por Perissinotto, (2003), Nääs e Arcaro Júnior, (2001), Damasceno *et al.*, (1998) e Martello *et al.* (2004), que relatam que a TR sofre interação com a hora do dia apresentando maiores valores no período da tarde em relação à manhã. Pires *et al.* (2002) estudaram o comportamento da TR de vacas Holandesas

em instalações *free-stall* com acesso livre a solário. Os autores relataram uma TR de 38,9°C às 9:00 horas e 39,3°C às 21:00 horas, concluindo que a TR mais elevada à noite ocorreu em razão dos animais ainda não terem se recuperado dos efeitos da alta TBS ocorrida no período da tarde.

A TR 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 esteve sido submetido durante o dia, observando que na fase B os animais obtiveram maior calor acumulado, indicado no valor encontrado às 15:30 horas sendo este maior que no mesmo horário na fase A.

A TPE apresentou média superior às 15:30 horas, em todas as fases, o que demonstra que sob altas temperaturas, ocorre aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevada taxa do fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. À medida que as perdas evaporativas tornam-se maiores, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, de forma que o sangue que circula pelas superfícies corporais torna-se mais refrigerado (BAËTA; SOUZA, 1997).

Os valores médios horários da temperatura ambiente no interior e exterior da instalação em estudo encontram-se representados pela GRÁF.1.

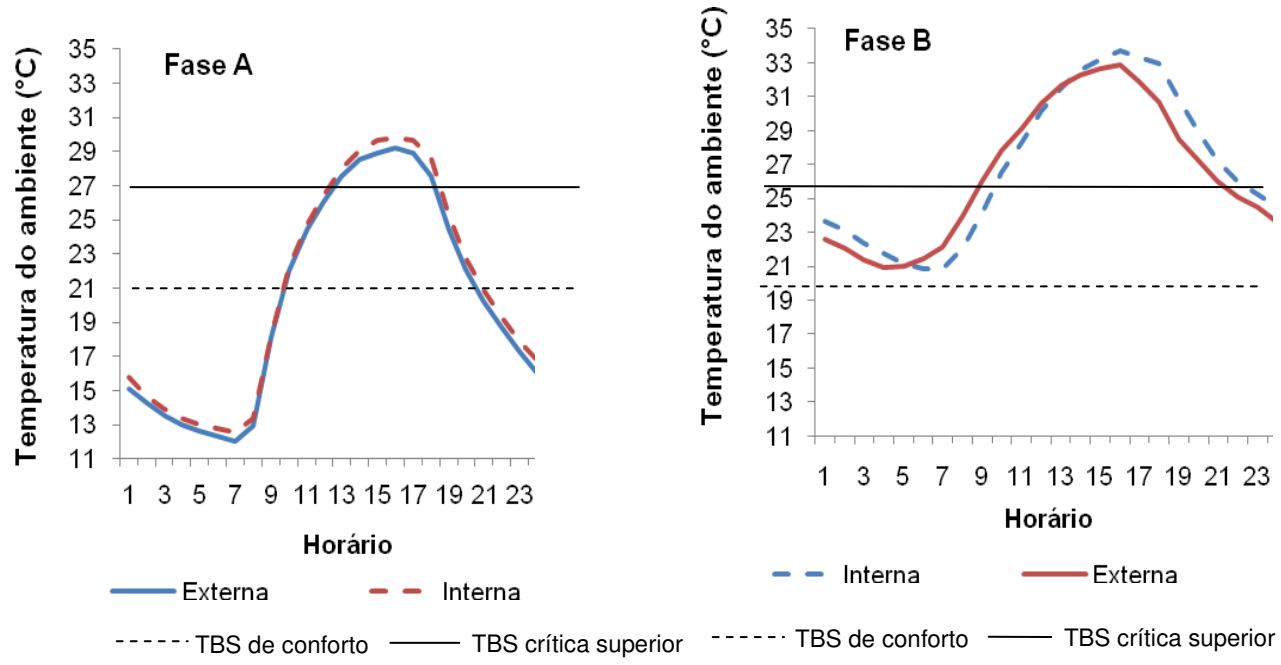


GRÁFICO 1 - Média horária da temperatura do ambiente no interior e exterior da instalação durante a fase A e B
 Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que a temperatura tanto no interior como no exterior da instalação manteve-se acima do indicado como conforto para os animais (21°C) durante grande parte do dia principalmente durante a fase B, que deteve maiores temperaturas durante todo o dia, sendo que das 10 às 20 horas a TBS manteve-se acima do nível crítico para vacas Holandesas que é de 27°C. Com isso, níveis de conforto ocorreram apenas por um pequeno intervalo de tempo (GRÁF. 1).

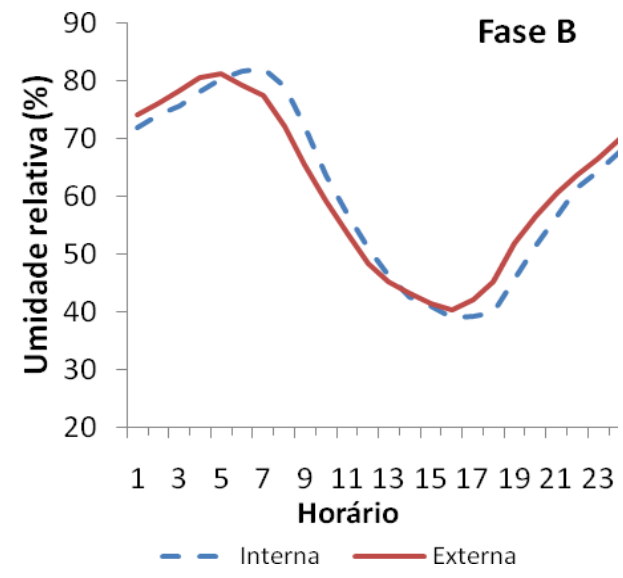
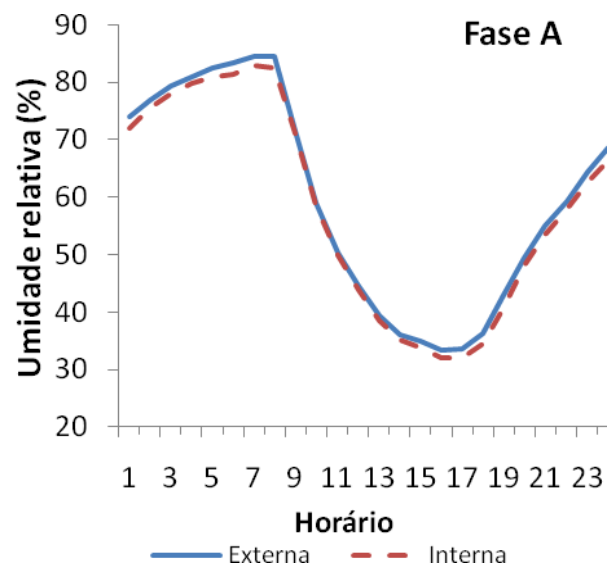


GRÁFICO 2 - Média horária da umidade relativa no interior e exterior da instalação na fase A e B

Fonte: Elaborado pela autora.

O padrão de comportamento diário da UR é inverso ao da TBS e apresenta a maior média percentual no período da manhã e conseqüentemente menor durante a tarde. Diminuição no percentual de UR ocorre tão logo aconteça um saldo positivo de radiação (TUBELIS; NASCIMENTO, 1992), o que acontece logo pela manhã e até o final do dia, voltando a aumentar quando o saldo de radiação torna-se negativo. Observa-se que neste trabalho o ponto máximo da TBS (GRÁF. 1) ocorreu no período das 16 horas nas duas fases, que coincide com o mínimo de UR (GRÁF. 2), mostrado assim o seu comportamento inverso em relação a temperatura.

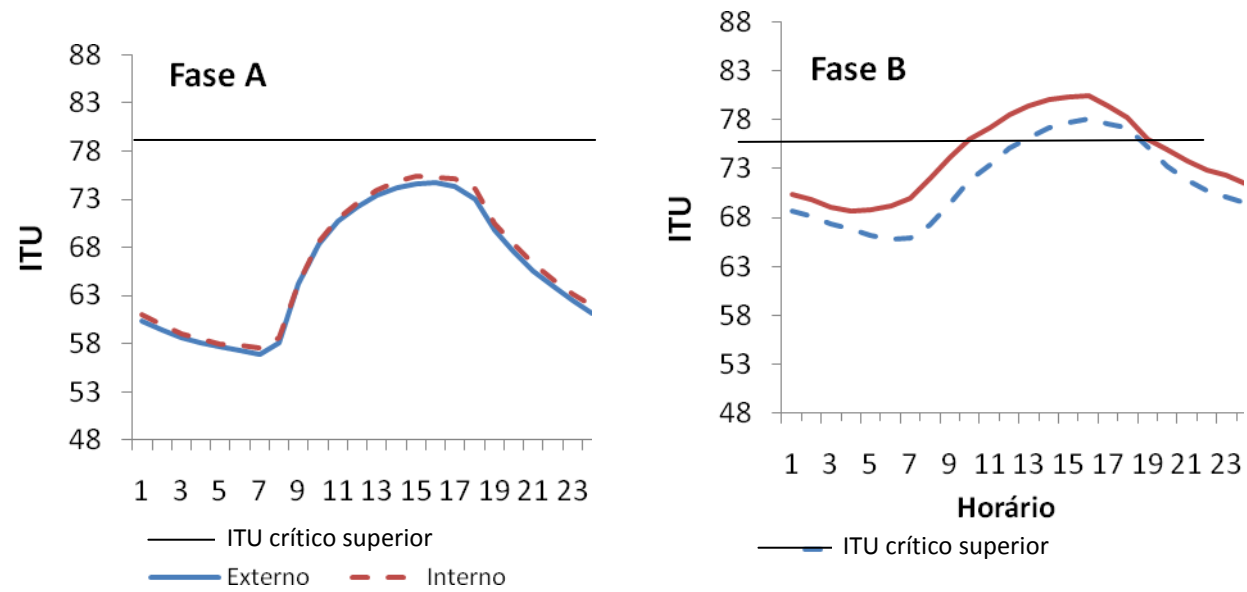


GRÁFICO 3 - Média horária do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no interior e exterior da instalação na fase A e B
 Fonte: Elaborado pela autora.

As condições de conforto do animal foram superadas a partir das 11 horas na fase A e das 9 horas na fase B, sendo que a partir das 13 horas observou-se menor conforto para o animal, revelando que, nesse período, a partir desse horário o produtor deve buscar alternativas para diminuir essa ocorrência. No sentido de melhorar as condições de conforto do animal, esse manejo engloba as estratégias usadas para reduzir os problemas existentes na relação animal-ambiente (MARCHETO *et al.*, 2002) (GRÀF. 3).

Na TAB. 3, observam-se as variáveis fisiológicas durante as duas fases estudadas. Os dados médios da TR nos dois períodos foram dentro da normalidade para vacas leiteiras em lactação, fase A, 38,2°C e fase B, 38,7°C. Kolb (1987) e Silva (2000) reportaram que a TR até 39,3 °C pode ser considerada como normal para animais em lactação. Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as duas fases com relação a esses valores, sendo que na B, não só a TR, mas a FR e a TPE estão condizentes com dados do ambiente climático, pois conforme mencionado na TAB. 1, os ITU e ITGU mais elevados ocorreram durante a fase B, indicando que quando houve maior estresse térmico, os parâmetros fisiológicos também aumentaram.

A normalidade do valor médio da TR observada pode estar relacionada com o fato das vacas utilizadas serem mais adaptadas ao ambiente, já que são provenientes de rebanho que vem sendo selecionado há vários anos dentro da fazenda. Outra explicação pode estar relacionada ao nível médio de produção de leite desses animais que foi de 15,4 kg de leite/dia, uma vez que a produção de calor metabólico se intensifica com a maior capacidade produtiva das vacas, aumentando também, sua sensibilidade ao estresse pelo calor (MARCHETO *et al.*, 2002). Animais com produção de leite entre 18,5 e 31,6 kg/dia geram entre 27,3 e 48,5% mais calor, respectivamente, do que vacas secas (PURWANTO *et al.*, 1990).

De acordo com a TAB. 3, a FR apresentou-se maior durante a fase B (50 mov. min^{-1}) do que na fase A (35 mov. min^{-1}). Temperaturas mais altas na fase B, associadas à elevação da temperatura corporal, foram os fatores responsáveis por esse efeito.

TABELA 3
Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura do pelame (TPE) e produção de leite (PL) nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Parâmetros	Variáveis			
		TR (°C)	FR (mov. min ⁻¹)	TPE (°C)	PL (l/dia)
A	Média e desvio padrão	38,2±0,09	35±3,3	30,8±0,85	190,8±8,2
	Mínimo	38	30	29,3	178,4
	Máximo	38,4	42	32,4	208,4
B	Média e desvio padrão	38,7±0,2	50±7,6	34,3±0,86	178,3±13,7
	Mínimo	38,3	35	32,8	161,4
	Máximo	39,3	65	35,8	196,6
	<i>p</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00214
	CV (%)	0,46	12,7	2,53	6,52

p<0,05

Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo Ferreira *et al.* (2009), se um animal expuser a língua o mesmo estará demonstrando estar sob influência de estresse calórico e essa reação foi observada em um animal do experimento durante a fase B.

Durante a fase B, foram observadas maiores TPE (34,3°C) sendo que à medida que as perdas evaporativas tornam-se maiores, grande quantidade de calor é removida da pele por evaporação, de forma que o sangue que circula pelas superfícies corporais torna-se mais refrigerado (BAÊTA; SOUZA, 1997).

As produções médias de leite dos 12 animais na fase A e B foram de 190,8 e 178,3 litros/dia, respectivamente, sendo que a produção foi maior na primeira fase ($p < 0,05$). As correlações foram negativas entre as variáveis climáticas (temperatura ambiente = -0,3260 e umidade relativa = -0,1994) e os índices de conforto térmico (ITU = - 0,3825 e ITGU = - 0,0150) com a produção de leite de acordo com a TAB. 4, indicando que quando esses parâmetros aumentaram, ocorreu diminuição da produção.

Barbosa *et al.* (2004) relataram que vacas leiteiras tendem a reduzir significativamente a produção de leite com o aumento dos fatores meteorológicos, que se deve, primordialmente, à redução no consumo de alimentos e ao gasto de energia despendida para eliminar calor do corpo. Esse fato se justifica porque durante a fase B o número de horas em que tanto a TBS como o ITU (10,2 e 5,4 horas, respectivamente de acordo com a TAB. 1) manteve-se acima dos valores de conforto para o animal foram maiores aos comparados com os resultados da fase A.

Os resultados da correlação entre os índices e as variáveis fisiológicas foram altamente significativas ($p < 0,05$), ou seja, com o aumento do desconforto térmico ocorreu um aumento nos parâmetros fisiológicos (TAB.4).

TABELA 4
 Correlações e nível de significância entre temperatura ambiente (TBS), umidade relativa (UR), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) com temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura do pelame (TPE) e produção de leite (PL)

Variáveis	TR		FR		TPE		PL	
	r_{xy}	p	r_{xy}	p	r_{xy}	p	r_{xy}	p
TBS	0,8722	0,0000	0,8806	0,0000	0,9424	0,0000	-0,3260	0,0343
UR	-0,1731	0,1717	0,2234	0,1095	-0,1032	0,2870	-0,1994	0,1369
ITU	0,8586	0,0000	0,8564	0,0000	0,9454	0,0000	-0,3825	0,0154
ITGU	0,8068	0,0000	0,7962	0,0000	0,9006	0,0000	-0,3841	0,0150

r_{xy} = correlação; p = significância

Fonte: Elaborada pela autora.

O aumento da FR acompanhou o aumento da TBS durante os períodos estudados, fato esse confirmado pela correlação entre esses dois parâmetros indicados na TAB. 4. Esses dados podem ser explicados em função de que para se defender do estresse térmico, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal para evitar a hipertermia. Com o aumento da temperatura ambiente, a eficiência das perdas de calor por condução convecção e radiação diminui devido ao menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e o ambiente (SILVA *et al.*,2006).

Nessa situação, o animal pode até certo ponto, manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, aumentando o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura superficial. No entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir o animal passa a depender da perda de calor por evaporação por meio da respiração para manter a homeotermia, dessa forma aumenta a FR, como observado no presente estudo (BACCARI JÚNIOR, 2001).

A correlação entre a UR e os parâmetros fisiológicos, TPE e TR (-0,1032 e -0,1731, respectivamente) foi associada negativamente, ou seja, quanto mais elevada a UR, menor a TR e a TPE. Essa relação é dependente da TBS, pois ao ultrapassar os valores máximos de conforto para o animal, a UR assume fundamental importância na dissipação de calor. Nessa condição, a elevada UR, associada à TBS alta, inibe a perda de água (evaporação) por meio da pele e do sistema respiratório, reduzindo a dissipação do calor interno, o que proporciona um ambiente ainda mais estressante para o animal (DE LA SOTA *et al.* 1996).

Na TAB. 5, estão apresentados os valores médios da taxa de sudação. Ferreira *et al.* (2009), obtiveram com animais mestiços na câmara bioclimática, taxa de sudação média de 222,60 g.m⁻² h⁻¹ na estação do inverno e 239,42 g.m⁻² h⁻¹ no verão, isto é, houve igualdade ($p < 0,05$) entre as estações, fato este também verificado no presente estudo, pois os valores encontrados na fase A e B foram de 160,7 e 159,8 g.m⁻² h⁻¹, respectivamente, não havendo também diferença significativa ($p > 0,05$) entre as fases estudadas.

TABELA 5
Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da taxa de sudação nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas

Fase	Parâmetros	Taxa de sudação (g.m ⁻² h ⁻¹)
A	Média	160,7 ±34,9 a
	Mínimo	132,1
	Máximo	221,4
B	Média	159,8±72,3 a
	Mínimo	98,4
	Máximo	285,9
	<i>p</i>	ns
	CV (%)	35,4

p < 0,05

Fonte: Elaborada pela autora.

Azevedo *et al.* (2005) estudando animais mestiços encontrou taxa de sudação mais elevada no inverno que no verão (161 e 153 g.m⁻² h⁻¹, respectivamente), resultado semelhante encontrado no presente estudo, que pode ter ocorrido em função do valor médio da UR nos seis dias de coleta, que ficou próxima a 70% na fase B, sendo o valor considerado alto para a região, podendo assim contribuir para inibir a secreção de suor, apesar do maior ITU e ITGU, pois a maior pressão de vapor devida à alta UR conduz à menor evaporação da água contida no animal para o meio, tornando o resfriamento do animal mais lento (NEIVA *et al.* 2004). Fato este justificado também pela associação negativa entre UR e TPE evidenciado na TAB. 4. Esse resultado é contrário aos reportados na literatura, uma vez que a temperatura e radiação solar elevadas, como registradas na fase B, são fatores ambientais que estimulam a taxa de sudação (AMAKIRI; ONWUKA, 1980).

4 CONCLUSÃO

O aumento da temperatura ambiente resultou no aumento da temperatura retal, frequência respiratória e temperatura da superfície do pelame. Os maiores valores dos parâmetros fisiológicos foram obtidos nos meses de outubro/novembro. Embora tenha ocorrido efeito da fase experimental sobre os parâmetros estudados, estes se mantiveram dentro dos limites considerados normais para vacas Holandesas em lactação e isso pode ter ocorrido em função da adaptação desses animais puros por cruzamento ao clima da região, tendo em vista que são provenientes de cruzamento absorvente.

CAPITULO 3 – CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PELAME DE VACAS HOLANDESAS PURAS POR CRUZA NO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfológicas como densidade numérica, espessura e comprimento do pelame de vacas Holandesas predominantemente negras, puras por cruza em lactação na região de Montes Claros no norte de Minas Gerais. O estudo foi conduzido em duas fases, A: julho/agosto e B: outubro/novembro de 2010, utilizando 12 fêmeas Holandesas em lactação, puras por cruza de pelame predominante negro. Foram medidas as características de densidade numérica (n° pelos/cm²), espessura (mm), comprimento (mm) e a temperatura da superfície do pelame (TPE). Três amostras de pelo de cada animal foram extraídas, em cada fase, com alicate adaptado. Com auxílio de um paquímetro, avaliaram-se os valores dos 10 maiores pelos de cada amostra. Os resultados mostraram que o pelame foi menos denso, com pelos mais curtos na fase B, sendo que a espessura não variou nas duas fases. No período em que o pelame era mais denso, fase A, ocorreu menor temperatura na superfície do pelame. As características do pelame das vacas Holandesas puras por cruza observadas indicam uma boa adequação às condições ambientais da região. O pelame preto auxilia na proteção contra a radiação solar e um pelame menos denso, com pelos bem assentados e curtos, favorece perdas de calor por meio da camada de pelos.

Palavras-chave: Bovino. Comprimento. Densidade. Espessura. Pelo. Estação do ano.

CHAPTER 3 - HAIR COAT CHARACTERISTICS HOLSTEIN COWS FOR PURE CROSSING, IN MONTES CLAROS NORTH OF MINAS GERAIS**ABSTRACT**

The objective was to evaluate the morphological characteristics such as number density, thickness and length of the coat of Holstein cows predominantly black, purebred crossbred lactating in the region of Montes Claros in the north of Minas Gerais. The study was conducted in two phases, A: July / August and B: October / November 2010, using 12 lactating Holstein females in inbred crosses of predominantly black coat. We measured the characteristics of numerical density (number by / cm ²), thickness (mm) length (mm) and coat surface temperature (TPE). Three samples for each animal were taken at each stage, adjusted with pliers. Evaluating with the aid of a caliper values of the top 10 for each sample. The results showed that the coat was less dense, with shorter in phase A, and the thickness did not change in two phases. In the period when the coat was more dense, phase A was the lowest temperature that occurred on the surface of hair. The hair coat of pure Holstein crossbred observed indicate a good adaptation to environmental conditions in the region. The black coat helps protect against solar radiation and a less dense coat, with the close fitting and short, encourage loss of heat through the layer.

Keywords: Bovine. Density. Hair coat. Length. Season. Thickness.

1 INTRODUÇÃO

A superfície cutânea dos mamíferos, constituída pela epiderme e seus anexos (pêlos, lã, glândulas sudoríparas e sebáceas) representa a mais extensa linha de contato entre o organismo e o ambiente que, sendo mutável em seus vários aspectos, determina modificações na proteção externa.

A cor do pelame e suas características (espessura, número de pelos por cm², diâmetro e comprimento do pêlo) podem afetar consideravelmente os mecanismos de troca térmica.

O papel termorregulador do pelame pode ser dividido em dois componentes: a proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e dissipação do excesso de calor da superfície animal, sendo que a perda de calor por evaporação em bovinos ocorre principalmente no nível da epiderme, respondendo por, aproximadamente, 80% da perda total (LIGEIRO *et al.*, 2006).

As características do pelame variam de acordo com a raça e, acentuadamente, com a origem geográfica, porém, podem sofrer alterações com a temperatura e o fotoperíodo, conseqüentemente comportando-se de maneira diferente ao longo das estações do ano.

Os animais predominantemente negros são mais protegidos contra a radiação solar que os predominantemente brancos. Concluindo que a seleção desse tipo de vaca pode ser uma boa escolha para aumentar a resistência do gado Holandês às condições do ambiente tropical, principalmente a forte radiação solar, quando esses animais são criados a campo aberto. Mas, essa seleção deve ser realizada no sentido de buscar um pelame menos denso com pêlos bem assentados, grossos e curtos, para favorecer as perdas de calor latente e sensível através da camada de pêlos.

O calor conduzido pelas fibras do pelo 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 por meio da capa do pelame. A resistência térmica da capa pode ser maior pela presença de fibras finas e compridas. Os feitos

da espessura do pelame sobre a troca de calor são marcantes e o aumento de 3 para 10 mm reduz a perda de calor sensível de bovinos de 17 para 10% (TURNPENNY *et al.*, 2000).

O fotoperíodo desempenha papel importante na muda do pelame de bovinos, mas a temperatura ambiente também parece constituir um fator considerado. Murray (1965) verificou que bovinos Aberdeen Angus, mantidos sob condições similares de fotoperíodo, em diferentes temperaturas, apresentaram diferenças quanto a muda e os animais sob temperaturas mais altas perderam o pelame de inverno mais cedo que os outros.

A densidade numérica, ou seja, o número de pelos por cm², serve como um escudo contra a penetração da radiação solar para o interior da camada do pelame. A espessura do pelame é a distância perpendicular entre a epiderme e a superfície da capa de pelos.

Pinheiro (1996) estudou a variação genética de características do pelame em vacas da raça Holandesa. Nesse trabalho, foram detectadas diferenças estacionais, com pelos mais compridos e pelame mais denso no outono, em comparação com a primavera. Essas características, assim como a espessura da capa, correlacionam-se negativamente com a produção de leite, indicando que a seleção de animais com menores espessuras de pelame e comprimento de pelos poderá implicar em maiores produções de leite nos animais criados em condições tropicais, provavelmente por favorecer a dissipação do excesso de calor corporal.

No presente estudo, objetivou-se avaliar as características morfológicas como densidade numérica, espessura e comprimento do pelame de vacas Holandesas predominantemente negras, puras por cruzamento em lactação na região de Montes Claros, no norte de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações gerais e características das construções

A pesquisa foi conduzida no setor de bovinocultura de leite na Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros – MG. O município encontra-se ao norte do estado de Minas Gerais em uma altitude média de 638 m, tendo a sua posição determinada pelas seguintes coordenadas geográficas: 16° 51' 16" de latitude sul e 44° 55' 00" de longitude oeste (PRATES *et al.*, 2010).

Segundo a classificação de Koppen, o clima predominante na região é o Aw - tropical de savana, possuindo duas estações bem definidas, havendo registros de deficiência hídrica nos meses de maio a outubro, com temperatura média anual acima de 24,2 °C, sendo a mínima de 14,8°C e a máxima acima de 31°C com um índice pluviométrico médio anual de 1.200 mm (KOPPEN, 1948 citado por NOGUEIRA *et al.*, 2009).

As coletas de dados foram realizadas em 2010 com uma avaliação em dois períodos distintos, caracterizando, duas fases experimentais, sendo a fase A: julho/agosto e a B: outubro/novembro, com uma coleta de pelos em cada fase.

Foram utilizadas em cada período 12 vacas Holandesas de pelame negro, pluríparas, em lactação, puras por cruza, provenientes de cruzamentos absorventes. Os animais foram selecionados de acordo com a produção de leite e dias de lactação mantendo homogeneidade no lote nas duas fases de observação.

Foi fornecida ração com relação de concentrado: volumoso de 40:60. Como volumoso foi utilizada silagem de sorgo com 28% de matéria seca (MS). O concentrado possuía 22,6 % de proteína bruta e 71% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na matéria seca, composto por 70 % de milho grão moído, 25% de farelo de soja, 3% de mineral, 2% de ureia. A ração foi

dividida em dois tratos, sendo que na fase A o fornecimento foi as 11 e 16 horas e na B as 8 e às 16 horas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com 12 repetições (animais).

2.2 Características do pelame

A espessura do pelame foi determinada empregando-se um paquímetro, perpendicularmente até tocar a pele em três locais do corpo do animal, abaixo da linha dorsal, na região torácica mediana.

Em seguida no mesmo local, foram extraídas de cada animal, três amostras de pelos, utilizando um alicate limado “tipo eletricitista” adaptado em que junto ao seu eixo, atrás das mandíbulas, era colocado um afastador metálico de dimensões tais que, quando o alicate é firmemente fechado, suas mandíbulas permaneciam afastadas entre si a uma distância de 2 mm, que permitia uma abertura com dimensão de $0,16 \text{ cm}^2$ ($0,8 \times 0,2 \text{ cm}$). O alicate era então pressionando em ângulo reto com a pele, o afastador era removido e as mandíbulas fechadas com força, agarrando os pêlos com firmeza e arrancando. As amostras eram então colocadas em sacos plásticos e identificadas, conforme descrito por Silva (2000). Para a contagem, os pelos de cada amostra foram espalhados sobre um papel branco e com o auxílio de uma agulha observou-se a densidade numérica.

Para o cálculo do comprimento médio dos pelos, foi tomada a média aritmética dos dez maiores pelos da amostra, eleitos por análise visual e medidos com paquímetro, segundo procedimento recomendado por Udo (1978).

A densidade foi calculada, contando-se o número de pelos da amostra na área conhecida do alicate ($0,16 \text{ cm}^2$) e transformando os valores em número de pelos por cm^2 (PINHEIRO; SILVA, 2000).



FIGURA 1 - Avaliação da espessura do pelame, usando paquímetro.
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

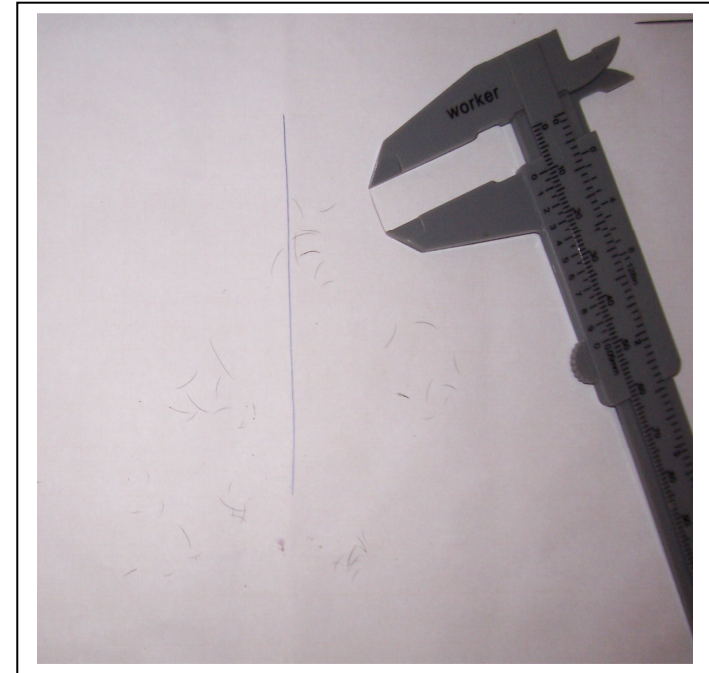


FIGURA 2 - Avaliação da densidade numérica dos pelos.
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

2.3 Parâmetros fisiológicos

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

A temperatura retal era determinada manualmente, com o termômetro clínico digital humano inserido no reto e encostando seu bulbo na mucosa do animal, evitando assim a interferência das fezes sobre o resultado.

A temperatura do pelame (TPE) foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro 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 Souza (2003):

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

Sendo T = temperatura (°C).

2.4 Avaliação das condições meteorológicas

Foi instalado um *datalogger* na parte externa da instalação utilizando um abrigo meteorológico para coleta da temperatura ambiente (TBS) e umidade relativa do ar (UR), localizado nas proximidades da instalação a uma altura de 1,60 m com sua frente voltada para a face sul. Os dados foram coletados em intervalos de 30 em 30 minutos durante todo o período experimental.

Nas proximidades do abrigo, foi instalado um termômetro de globo negro confeccionado a partir de uma esfera de plástico, oca com 15 cm de

diâmetro, pintada de preto fosco, sendo no seu interior instalado um termômetro de mercúrio, em vidro, com resolução de 1,0 °C, onde seu bulbo se encontrava no centro geométrico do globo (Souza *et al.*, 2002).

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Cochran (homocedasticidade) e de Lilliefors (normalidade de dados). Onde essas premissas não foram atendidas, para densidade e comprimento, os dados foram transformados em logaritmo niperiano ($\ln x$). Em seguida, foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo programa SAEG versão 9.1 (2007) e logo após retransformados para o valor real indicados na TAB. 2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das características do pelame estão apresentados na TAB. 1

TABELA 1
Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) das características do pelame: densidade dos pelos (DN), espessura do pelame (EP) e comprimento dos pelos (CP) medidas em vacas Holandesas em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Parâmetros	Variáveis		
		DN (nº de pelos/cm ²)	EP (mm)	CP (mm)
A	Média e desvio padrão	953±401	2,8±1,1	11,7±4,6
	Mínimo	360	1	4,1
	Máximo	1529	5,3	19,9
B	Média e desvio padrão	477±113	3,1±0,6	8,0±1,9
	Mínimo	315	2,1	5,5
	Máximo	737	4,2	11,2
	Média das fases	715	2,9	9,8
	CV (%)	6,1	30,3	15,3
	<i>p</i>	0.00094	ns	0.02428

$p < 0,05$, ns. não significativo

A média da densidade do pelame das duas fases foi de 715 pelos/cm² sendo semelhante aos relatados por outros autores em animais da raça Holandesa, 707 pelos/cm², Pinheiro e Silva (2000), 718 pelos/cm², Bianchini *et al.* (2006).

Observou-se que a densidade dos pelos nas vacas na fase A (953 pelos/cm²) foi o dobro daquela registrada para a fase B (477 pelos/cm²). Pinheiro e Silva (1998) estudaram a influência da época do ano sobre as características do pelame de vacas da raça Holandesa em São Carlos, SP e encontraram valores de 718 pelos/cm² no outono e na primavera 474 pelos/cm². Moraes (2002) observou altas densidades no inverno e uma diminuição na primavera sendo semelhante ao encontrado no presente estudo, a autora relatou que esse resultado pode ser devido a alguma muda de pelame, como ocorre em regiões subtropicais.

Esses resultados indicam que no período primavera/verão há mais folículos pilosos vazios que no outono/inverno, em outras palavras, os pelames foram menos densos na primavera, época mais quente, e mais densos no inverno, época mais fria (TAB.1).

Udo (1978) encontrou um valor de 1465 pelos/ cm² nas malhas negras, em vacas Holandesas na Holanda, onde a temperatura média era de 9,5°C. Uma alta densidade numérica pode ser desvantagem em climas quentes por dificultar a termólise convectiva, porém seria vantagem em animais predominantemente brancos, pois estes teriam a epiderme mais protegida dos raios solares. Esses resultados comprovam que, no período em que o pelame era mais denso, foi à fase em que ocorreu menor temperatura na superfície do pelame (TAB.3).

Um pelame menos denso possui uma estrutura física mais aberta e, portanto, susceptível a uma penetração maior da radiação ultravioleta, mas no presente estudo os animais eram predominantemente de pelame escuro, e nos animais Holandeses a pigmentação da epiderme acompanha a do pelame, tendo assim uma maior proteção pela epiderme pigmentada. A maior carga de calor recebida do ambiente, em função da cor escura do pelame desses pode ser eliminada via termólise convectiva, em função da menor densidade, comprimento dos pelos e espessura da capa do pelame (AZEVEDO *et al.*, 2005).

TABELA 2
Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da temperatura ambiente (TBS) e umidade relativa do ar (UR) durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Parâmetros	Variáveis		
		TBS (°C)	UR (%)	ITGU
A	Média e desvio padrão	23,8±1,4	50±4,8	75±1,5
	Mínimo	21,5	58	72
	Máximo	26,1	41	78
B	Média e desvio padrão	29,0±1,9	53±11,1	82±2,5
	Mínimo	24,7	33	77
	Máximo	32	80	86
<i>p</i>		0.00000	ns	0.0000
CV (%)		6,28	16,67	2,65

$p < 0,05$, ns. não significativo

Fonte: elaborada pela autora

Pelames menos denso, com pelos mais curtos e assentados (TAB.1) ocorreu na época em que se registrou maior valor de temperatura radiante observado por meio do ITGU (TAB. 2). A desvantagem adaptativa desse comportamento é que este tipo de pelame apresenta menor resistência ao fluxo de calor latente e sensível por meio da capa. Isso pode promover superaquecimento do organismo ou até mesmo predispor o animal a lesões cutâneas, sobretudo se a epiderme abaixo desse tipo de pelame for despigmentada (FAÇANHA *et al.*, 2010). Esse fato ocorreu em um animal do experimento que era predominantemente negro, mas na malha branca apresentou lesões cutâneas (FIG. 3 e 4). Já no rebanho, um animal predominantemente branco possuía várias lesões cutâneas no dorso em função da radiação solar (ANEXO A).



FIGURA 3 - Lesão causada pela radiação solar intensa sobre a malha branca de um animal experimental
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.



FIGURA 4 - Fragmento de pele e pelos retirados da lesão por radiação em animal experimental
Fonte: Elaborada pela autora, 2010.

Com relação à espessura do pelame, a média obtida nas duas fases foi de 2,9 mm. Esse valor pode ser considerado adequado para regiões quentes, onde são desejáveis pelames menos espessos, que facilitam a termólise (MORAIS, 2002), de acordo com Bertipaglia *et al.* (2005), esse pode ser considerado baixo para vacas holandesas. Esses mesmos autores

encontraram resultados de 2,48 mm (espessura baixa), 12,4 mm de comprimento (pelos curtos) e 1004 pelos/cm² (baixa densidade), indicando a adaptação das vacas holandesas ao ambiente quente do estado de São Paulo.

Esses resultados se mostram próximos aos encontrados no presente estudo (TAB. 1), para todas as características do pelame, podendo indicar assim a adaptação dos animais holandeses ao ambiente, pois a espessura, a densidade e comprimento do pelo não ultrapassam os valores de 8 mm, 1400 pelos/cm² e 24 mm, respectivamente, como relatado por Udo (1978) para animais holandeses criados em regiões temperadas (TAB. 1). No entanto, os animais da mesma raça, mas aclimatados para climas tropicais apresentam camadas muito finas e menos densa, com pêlos curtos, menores que 3 mm para espessura com densidade cerca de 1000 pelos.cm² e comprimento de 14 mm (VEIGA *et al.*, 1964).

Maia *et al.* (2005b) constatou que filhas de touros da raça Holandesa nascidos no Brasil possuíam atributos de pelame mais apropriados as condições do ambiente tropical do que filhas de touros provenientes de regiões temperadas.

Os animais tiveram média do comprimento do pelame de 9,8 mm durante o estudo. Azevedo *et al.* (2005) encontrou valores médios de 7,7, 8,9 e 9,2 mm para animais $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês x Zebu, respectivamente, observando que animais com o grau de sangue mais próximo ao zebu obtiveram comprimentos menores, pois segundo Silva (2000), esses animais possuem pelo mais curto, sendo uma característica de adaptação dos animais às regiões tropicais, onde há temperaturas mais elevadas, e o pelo curto contribui para a perda de calor.

O mesmo foi observado por Ribeiro *et al.* (2008), buscando avaliar as características do pelame de bovinos Nelore puros e cruzados com Aberdeen Angus e Senepol verificaram que os animais cruzados Angus x Nelore apresentavam características menos adaptadas para as condições ambientais que os animais Nelore e cruzados Senepol x Nelore.

Em vacas com maior grau de sangue holandês, Maia *et al.* (2003), encontrou valores de 12,05 mm, Façanha *et al.* (2010), 12,18 mm e Veríssimo *et al.* (2006), 10,9 mm, observando que a média geral do presente estudo, foi abaixo do relatado na literatura.

Constatou-se diferença ($p < 0,05$) no comprimento dos pelos, entre as duas fases, com os animais apresentando pelos mais compridos na fase A (11,7) que na fase B (8,0). Como a fase A é considerada inverno na região, ocorre uma muda de pelos, pois segundo Turner e Schlenger (1960) seria em função do encurtamento do fotoperíodo. Essa intensa atividade de crescimento e surgimento de novos pelos forma um longo e denso pelame de inverno. Na muda de verão, os pelos longos são substituídos entre agosto e novembro a uma velocidade razoável, que é acelerada nos meses de setembro e nas primeiras semanas de outubro (VERÍSSIMO *et al.*, 2006). Justificando a baixa densidade e o menor valor durante a fase B, pois nesse período provavelmente as vacas estavam em progressiva perda dos pelos de inverno durante a amostragem do pelame, no final de outubro e novembro.

Essa diferença entre as duas fases pode ter ocorrido em função de que os bovinos apresentam modificações cíclicas anuais com substituição dos pelos mais longos no inverno por pelos mais curtos no verão, sendo que McDowell (1996), verificaram que a temperatura ambiente mais elevada exerce efeito acentuado na mudança dos pelos dos bovinos.

Dowling e Nay (1960) também reportaram que o comprimento do pelo diminui do inverno para o verão, aumentando novamente, e alcançando o pico no final do outono e início do inverno.

As características do pelame foram essenciais para a diminuição da carga de calor do animal, pois os valores dos parâmetros fisiológicos (TAB. 3) encontravam-se dentro da normalidade em todas as fases, não causando elevação da temperatura corporal, principalmente com os altos valores de temperatura ambiente e menor conforto do animal (ITGU), encontrados durante a fase B (TAB. 1). No presente estudo, os animais possuíam baixa densidade, espessura e comprimento do pelame, facilitando assim a dissipação do calor pelos mesmos.

TABELA 3
Média, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV) da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura do pelame (TPE) nas diferentes fases estudadas (A: julho/agosto; B: outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Parâmetros	Variáveis		
		TR (°C)	FR (mov. min ⁻¹)	TPE (°C)
A	Média e desvio padrão	38,2±0,09	35±3,3	30,8±0,85
	Mínimo	38	30	29,3
	Máximo	38,4	42	32,4
B	Média e desvio padrão	38,7±0,2	50±7,6	34,3±0,86
	Mínimo	38,3	35	32,8
	Máximo	39,3	65	35,8
	<i>p</i>	0.00000	0.00000	0.00000
	CV (%)	0,46	12,7	2,53

p < 0,05

Fonte: Elaborada pela autora

Gebremedhin *et al.* (1983), verificaram que a epiderme sob o pelame branco apresentava temperatura alta em toda a sua extensão, devido à maior penetração da radiação solar, ao passo que malhas negras, apenas uma fina camada apresentava mais aquecida.

Todavia, Hafez (1973), relata que a pigmentação da pele, mesmo acompanhada por pelos escuros, aumenta a carga de calor absorvida, mas protege as camadas mais profundas da epiderme dos danos causados pela radiação ultravioleta, o que é importante causa de lesões cutâneas em animais. Essa particularidade reforça a hipótese desses animais serem mais recomendados para o sistema de produção extensivo, onde são expostos à radiação solar direta durante a maior parte do ano (MORAIS, 2002).

4 CONCLUSÃO

As características do pelame das vacas Holandesas puras por cruza variaram entre as fases estudadas. As maiores médias de comprimento e densidade numérica dos pelos foram verificadas nas épocas de menores temperaturas ambientais. A espessura do pelame não variou nas duas fases estudadas. As características do pelame possuíam uma boa adequação às condições ambientais da região, facilitando a dissipação de calor. O pelame preto auxilia na proteção contra a radiação solar e um pelame menos denso, com pelos bem assentados e curtos, favorecem as perdas de calor por meio da camada de pelos.

CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DIURNO DE VACAS HOLANDEAS PURAS POR CRUZA EM ESTABULAÇÃO LIVRE EM DOIS PERÍODOS DO ANO NO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento diurno de vacas leiteiras da raça Holandesa, puras por cruza, mantidas em estabulação livre em duas fases do ano, no município de Montes Claros, norte de Minas Gerais. A pesquisa foi conduzida no setor de bovinocultura de leite na Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros – MG. Em cada período, foram utilizadas 12 vacas Holandesas de pelame negro, pluríparas, em lactação, puras por cruza, provenientes de cruzamentos absorventes, mantidas em galpão meia-água coberto com telha de barro tipo francesa, com livre acesso a piquete. O experimento foi realizado em 2010 em duas fases experimentais, sendo a fase A: julho/agosto e a B: outubro/novembro. Os parâmetros comportamentais estudados foram: tempo despendido e frequências nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, procura por sombra, além do tipo de localização que esses animais permaneciam. Nos resultados, não houve diferença nos comportamentos de alimentação, ruminação e ócio durante as duas fases estudadas, sendo que as maiores frequências de alimentação ocorreram logo após cada ordenha. Os animais aumentaram a atividade de ruminação e ócio e tenderam a ficar em pé durante os horários mais quentes do dia e, na época do ano onde ocorreu maior desconforto térmico (fase B), os animais permaneceram mais de 90% do dia localizados a sombra. Não se observaram grandes variações nas atividades comportamentais de vacas Holandesas puras por cruza, no Norte de Minas Gerais, durante as duas fases estudadas, possivelmente em função da adaptação desses animais às condições climáticas nas quais estavam inseridos.

Palavras-chave: Adaptação. Bovinos. Comportamento alimentar. Sombra.

CHAPTER 4 – DIURNAL BEHAVIOR OF PURE HOLSTEIN COWS FOR CROSS IN HOUSING FREE IN MONTES CLAROS, NORTH OF MINAS GERAIS

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the diurnal behavior of dairy cows of Holstein, by pure crosses, kept in loose housing in two phases this year, in Montes Claros, Minas Gerais. The research was conducted in the field of dairy cattle at the Experimental Farm of Hamilton Abreu Navarro at the Institute of Agrarian Sciences, Federal University of Minas Gerais, Montes Claros - MG. Were used in each period of 12 Holstein cows black coat, pluriparous in lactation by pure crosses from crosses absorbent, kept in shed water half covered with clay tile French type, with free access to the paddock. The experiment was conducted in 2010 in two phases with phase A: July / August and B: October / November. The behavioral parameters were studied, frequencies and time spent in activities of feeding, ruminating, idle, searching for shade, and the type of location that the animals remained. The results showed no difference in feeding behavior, ruminating and resting during the two stages studied and the highest frequencies of feeding occurred immediately after each milking. Animals increased the activity of idling time, tended to stand during the hottest times of day and time of year where higher thermal discomfort (phase A) the animals remained over 90% of the day located in the shadow. We did not observe large variations in behavioral activities of Holstein cows, by pure crosses the region, possibly due to the adaptation of these animals climatic conditions in which they were entered.

Keywords: Adaptation. Cattle. Feeding behavior. Shadow.

1 INTRODUÇÃO

Comportamento animal é a expressão do esforço de adaptação, ou ajuste a diferentes condições internas ou externas, descrito, portanto, como a resposta do animal a um estímulo (MCGREEVY, 2003). Dessa forma, o comportamento passa a ser um importante parâmetro na avaliação do bem-estar animal, pois reflete a tentativa dos animais adaptarem-se frente a um agente estressor.

A primeira resposta biológica é a comportamental, sendo que o animal evita o agente estressor por meio da sua remoção.

O conhecimento das atividades diárias dos bovinos pode ser útil, visto que, mudanças dessas características podem ser indicativas de algum problema de manejo ou de saúde. Além disso, é possível alterar ou melhorar a rotina do rebanho com base nos resultados de pesquisas relacionadas ao padrão comportamental e, a partir daí, elaborar um melhor planejamento para implantação de sistemas de produção mais eficientes.

Diferentes raças têm diferentes características que se refletem nas respostas dos animais, em particular no padrão de comportamento em pastejo à sombra, exposto ao sol, em ócio e ruminando.

O estresse calórico também pode ser evidenciado pelas alterações do comportamento animal. Os animais em estresse térmico modificam seu comportamento, visando diminuir o ganho de calor endógeno ou exógeno e aumentar a perda do mesmo. Diante de um ambiente quente, os bovinos utilizam uma variedade de estratégias comportamentais, tais como a procura por sombra, mudanças usuais de postura corporal, movimentação, diminuição na ingestão de alimentos, relutância das fêmeas em montar umas as outras, quando em cio, alterações estas, que o animal realiza para reduzir a produção de calor metabólico a fim de facilitar sua perda (PIRES, 1997).

Em temperaturas elevadas, os animais reduzem a frequência de alimentação durante as horas mais quentes do dia, aumentando a frequência nas primeiras horas da manhã (RAY; ROUBICEK, 1971).

Provisão de sombra é uma das primeiras medidas usadas como modificação do ambiente para proteger o animal do excessivo ganho de calor proveniente da radiação solar e, assim, prevenir o estresse calórico.

Ao estudar o efeito da disponibilidade de sombra, durante o verão, sobre a produção de leite em vacas da raça Holandesa, em Santa Maria (RS), Carvalho (1991) observou uma tendência de aumento nos níveis produtivos desses animais quando os mesmos tiveram acesso às estruturas de sombreamento. Em contraste, os animais que foram mantidos ao sol apresentaram elevação na temperatura retal e esta, por sua vez, foi correlacionada negativamente com a produção de leite.

Fregonesi e Leaver (2001) observaram que o tempo total dos animais deitados e a sincronização desse comportamento eram medidas indicativas de bem-estar e conforto animal. Os animais procuram a sombra e reduzem as atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados na área de descanso.

O objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento diurno de vacas leiteiras da raça Holandesa, puras por cruza, mantidas em estabulação livre em duas fases do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações gerais e características das construções

A pesquisa foi conduzida no setor de bovinocultura de leite na Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros – MG. O município encontra-se ao norte do estado de Minas Gerais em uma altitude média de 638 m, tendo a sua posição determinada pelas seguintes coordenadas geográficas: 16° 51' 16" de latitude sul e 44° 55' 00" de longitude oeste (PRATES *et al.*, 2010).

Segundo a classificação de Koppen, o clima predominante na região é o Aw - tropical de savana, possuindo duas estações bem definidas, havendo

registros de deficiência hídrica nos meses de maio a outubro, com temperatura média anual acima de 24,2 °C, sendo a mínima de 14,8°C e a máxima acima de 31°C com um índice pluviométrico médio anual de 1.200 mm (KOPPEN, 1948 citado por NOGUEIRA *et al.*, 2009).

O experimento foi realizado em 2010 em duas fases experimentais, sendo a fase A: julho/agosto e a B: outubro/novembro. Os dados foram coletados durante seis semanas em cada fase, com uma avaliação semanal, totalizando 12 dias de observações feitas no período diurno ao longo do experimento.

Foram utilizadas em cada período 12 vacas Holandesas de pelame negro, pluríparas, em lactação, puras por cruza, provenientes de cruzamentos absorventes. Os animais foram selecionados de acordo com a produção de leite e dias de lactação mantendo homogeneidade no lote nas duas fases de observação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com 2 tratamentos (2 fases do ano) e 12 repetições (12 vacas).

Para adaptação dos animais às condições experimentais, estabeleceu-se um período de pré-experimento correspondente a sete dias, durante os quais foram realizados todos os procedimentos que seriam utilizados durante o experimento, com presença do observador a fim de minimizar o estresse psicológico por medo de situações novas.

A instalação utilizada possuía orientação no sentido leste oeste, constituído de galpão meia-água, com capacidade para 15 animais, coberto com telha de barro tipo francesa e estrutura de madeira, com declividade de 15% sendo o piso de concreto, com declividade de 1%, contendo um cocho com 60 cm de largura, seis metros de comprimento e 40 centímetros de profundidade, com estrutura de metal para contenção dos animais, evitando que eles se machucassem. Adjacente a esta instalação havia um piquete de livre acesso sem cobertura para os animais com área média de 400 m² e árvores para sombreamento natural.

Foi fornecida ração com relação de concentrado: volumoso de 40:60. Como volumoso foi utilizada silagem de sorgo com 28% de matéria seca

(MS). O concentrado possuía 22,6 % de proteína bruta e 71% de NDT composto por 70 % de milho grão moído, 25% de farelo de soja, 3% de mineral, 2% de ureia. A ração foi dividida em dois tratos, sendo que na fase A o fornecimento deu-se às 11 e 16 horas, na B às 8 e às 16 horas.

2.2 Análise do comportamento

Foi utilizada a avaliação visual e direta com registros instantâneos (método *Scan Sampling*) a cada 15 minutos, perfazendo 37 observações a cada dia em um total de 9 horas, com início às 8 e término às 18 horas, sendo que às 15 horas os animais eram conduzidos para a sala de ordenha e entre 15 e 16 horas era realizada a segunda ordenha do dia (ANEXO C).

Cada animal foi identificado com numeração de 1 a 12, marcados com *spray* de tinta não tóxica nas laterais do corpo do animal, o que possibilitou identificá-los a uma longa distância. Os dados foram coletados por três observadores que se responsabilizaram por quatro vacas cada.

Em planilhas específicas foram anotadas as atividades e classificadas segundo: posição, localização, ambiente, ingestão, excreção e outras atividades, conforme o QUADRO 1.

QUADRO 1
Etograma de trabalho utilizado na descrição do comportamento

Posição		Localização	Ambiente	Ingestão	Outras atividades
Em pé		Árvore	Sol	Ração	Fezes
ativo	ócio	Instalação	Sombra	Água	Urina
Deitada		Piquete			Andando
ativo	ócio				

Fonte: Elaborado pela autora

2.3 Análise estatística

Os dados referentes às atividades comportamentais dos animais foram inseridos em planilhas do Excel®, de acordo com o período, dia de observação e a cada 15 minutos. Dessa forma, fez-se, para cada 15 minutos, a média do número de vezes em que cada atividade foi executada. Para facilitar na observação dos resultados, foi realizada a média por hora de cada atividade e posteriormente o valor encontrado foi multiplicado por 100 para encontrar a porcentagem de cada atividade por hora.

Os dados de comportamento foram submetidos ao teste de Cochran (homocedasticidade) e de Lilliefors (normalidade de dados), onde essas premissas não foram atendidas. Os dados eram transformados em logaritmo niperiano ($\ln x$), em seguida, submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo programa SAEG versão 9.1 (2007) e logo após convertidos para o valor real.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais do tempo despendido pela vaca, nas atividades de alimentação, ruminação, ócio e outras, podem ser observados na TAB. 1. Verificou-se que não houve variação entre as duas fases sobre tais parâmetros.

TABELA 1
Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) que as vacas dedicavam-se a alimentação, ruminação, ócio e outras atividades durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Comportamento (% do tempo)			
	Alimentando	Ruminando	Ócio	Outras atividades
A	49,8 (4,5)	16,8 (1,5)	25,2 (2,3)	9,5 (0,8)
B	48,4 (4,4)	18,3 (1,6)	25,3 (2,3)	7,9 (0,7)
Média	49,1 (4,4)	17,5 (1,6)	25,2 (2,3)	8,7 (0,8)
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns

$p < 0,05$ ns – não significativo

Fonte: Elaborada pela autora

A alteração das atividades do animal entre as estações é indicativa de mudança de comportamento para reduzir a produção de calor endógeno na tentativa de amenizar o estresse calórico (PIRES, 1997). Como não houve alterações ($p > 0,05$) no tempo despendido pelas atividades de alimentação, ruminação e ócio por esses animais, pôde-se evidenciar que as trocas de calor do organismo com o ambiente foram suficientes ao ponto de não modificar as respostas comportamentais das vacas em lactação durante o período diurno na região.

Essa semelhança entre as duas fases pode ser também devido à presença de árvores no piquete que criam um ambiente de conforto para o animal, mesmo que na fase B ocorreram maiores valores de temperatura ambiente (GRÁF. 1), sendo assim um período de maior desconforto térmico.

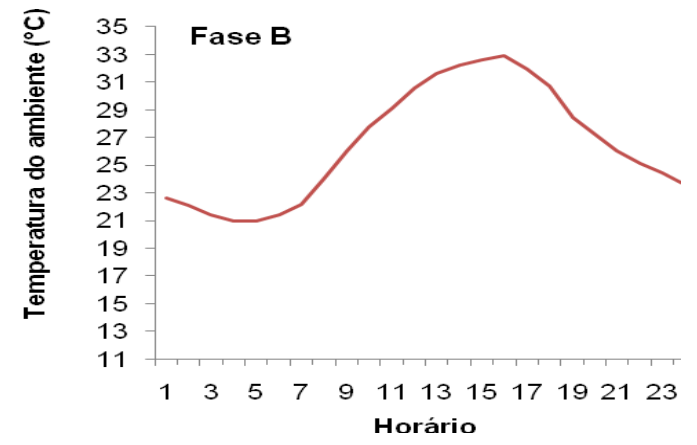
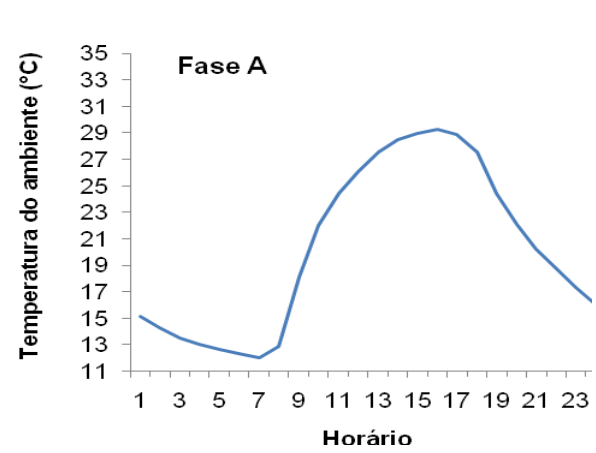


GRÁFICO 1 - Média da temperatura do ambiente horária no exterior da instalação durante a fase A e B em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

Outro fator pode estar relacionado à adaptação desses animais às condições do ambiente climático no qual se encontravam, pois essas vacas leiteiras são do próprio rebanho, provenientes de cruzamento absorvente que originou indivíduos puros por cruzamento.

Leme *et al.* (2005) utilizaram vacas mestiças Holandês-Zebu em sistema silvipastoril na região de Coronel Pacheco, MG, e observaram que o percentual médio de tempo em que os animais permaneciam comendo, ruminando e em ócio, não foi significativo ($p > 0,05$) durante o inverno e o verão.

Dentro do tempo observado, as vacas leiteiras da raça Holandesa passaram a maior parte (4,4 horas) alimentando-se, em seguida em ócio (2,3 horas) e, menos frequente, a atividade ruminação (1,6 horas) (TAB. 1). 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) encontraram 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.

Fraser e Broom (1990) citam 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. Esse valor também foi encontrado por Mendonça *et al.* (2004), utilizando silagem de milho para alimentação dos animais. Segundo Pires *et al.* (2001), vacas em lactação confinadas apresentam 10-12 períodos de alimentação, com aproximadamente 68% mais pronunciadas no período diurno entre 6 e 18 horas.

A atividade de ruminação em animais estabulados consome aproximadamente 8 horas por dia (BEAUCHEMIN; BUCHANAN SMITH, 1989). Esse elevado tempo registrado por esses pesquisadores, quando comparado ao presente estudo (1,6 horas), está relacionado ao maior

período de observação, uma vez que o pico desse comportamento acontece logo após o entardecer, em seguida, reduz continuamente até pouco antes do amanhecer (FRASER; BROOM, 1990). Isso ocorre principalmente em animais em pastejo, sendo que a observação foi realizada de 8 às 18 horas, não ocorrendo avaliação após esse horário.

Prasanpanich *et al.* (2002) encontraram resultados diferentes aos relatados pelos autores acima, quando compararam o tempo de ruminação de vacas criadas a pasto com vacas confinadas. Observaram que animais estabulados ruminavam mais no meio do dia, enquanto nas pastagens a ruminação ocorria principalmente à noite.

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), resultado e valores que concordam com o verificado no presente estudo, 1,5 horas na fase A e 1,6 horas na fase B (onde ocorreu maior média de temperatura ambiente).

Quanto ao tempo dedicado ao ócio, há indicativas de que os animais passaram em média 2,3 horas do tempo total de observação (9 horas) sem exercer atividade nenhuma. Hedlund e Rolls (1977) encontraram valores de 3,3 horas para vacas leiteiras confinadas, cujo período de observação foi de 15 horas por dia.

Nos GRÁF. 2 e 3 estão representados as médias das percentagens das atividades de alimentação, ruminação e ócio durante o período diurno.

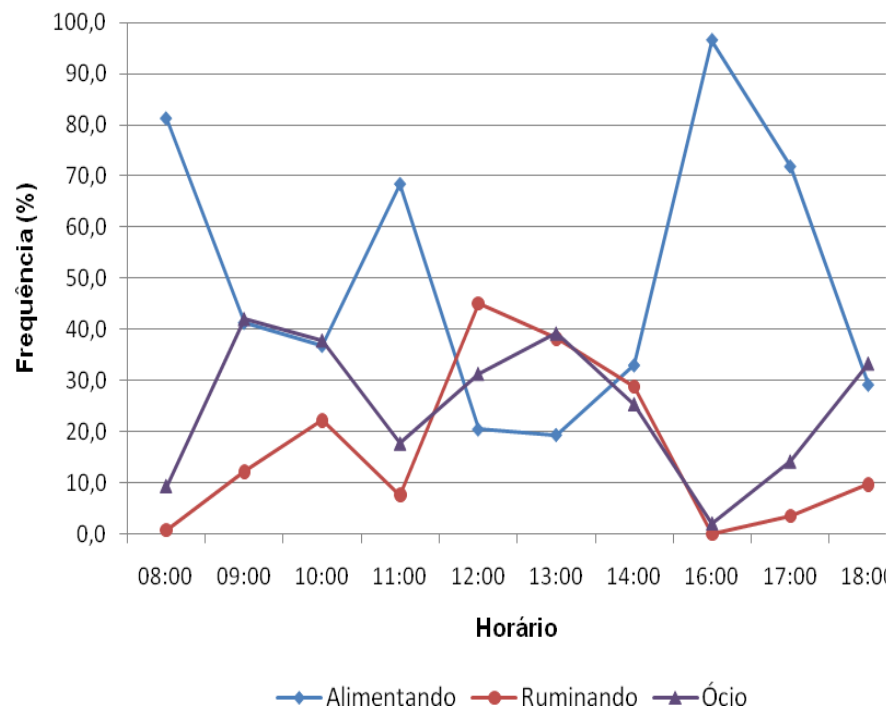


GRÁFICO 2 - Médias das percentagens das atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio durante o período diurno da fase experimental A (julho/agosto) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

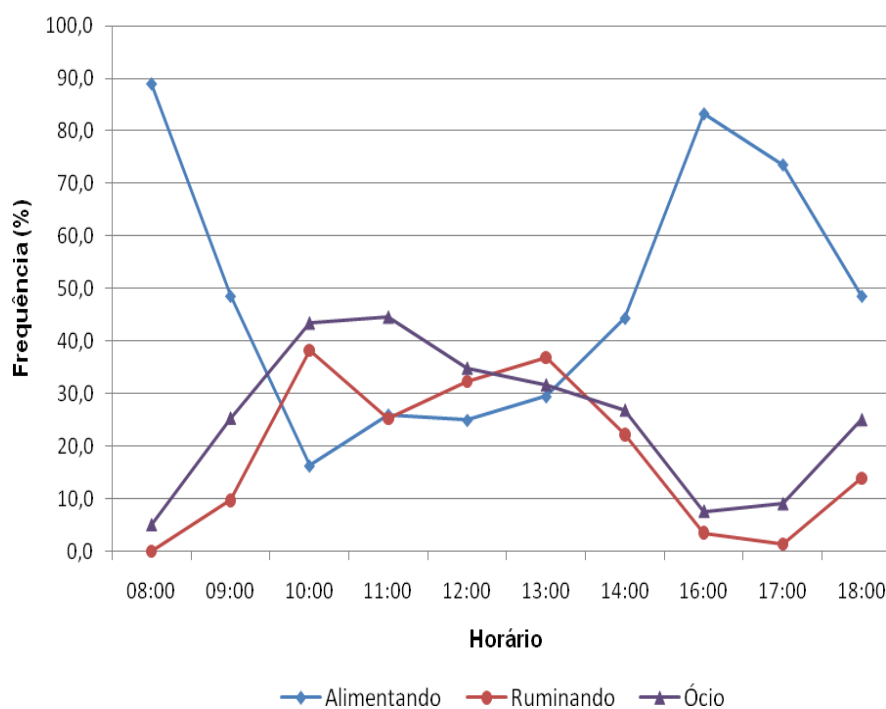


GRÁFICO 3 - Médias das percentagens das atividades comportamentais de alimentação, ruminação e ócio durante o período diurno da fase experimental B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

Observam-se nos GRÁF. 2 e 3 os resultados obtidos nesse trabalho com relação a distribuição do tempo de alimentação, verificando a concentração em torno dos horários das ordenhas da manhã e da tarde, mas também nos horários da distribuição do alimento que foram em torno das 11 e 16 horas (68,4 e 96,5%, respectivamente) na fase A e em torno das 8 e 16 horas (89,0 e 83,3%, respectivamente) na fase B. Durante a fase B ocorreu redução drástica na alimentação no período das 8 às 10 horas saindo de 89% e chegando a 16,3%, ocorrendo uma elevação a partir das 14 horas e uma redução no final da tarde entre 17 e 18 horas (73,6 e 48,6%).

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, observando que na fase B houve aumento da frequência de alimentação pela manhã, sendo nesse período, a média da temperatura ambiente se encontrava mais alta (29°C) se comparado a fase A (23,8°C).

Quando diminuiu a atividade de alimentação aumentou a de ruminação, este comportamento esta de acordo com a afirmação de Fraser e Broom (1980) que relatou que a ruminação vem em seguida à atividade de alimentação que no presente estudo ocorreram tanto na fase A (22,2%) quanto na B (43,4%) durante às 10 horas da manhã.

Verificou-se também que durante as 12 e 14 horas na fase A e de 10 a 13 horas na fase B, tanto a ruminação quanto do ócio estavam elevados, pois segundo Blackshaw e Blackshaw (1994) os animais buscam a sombra e reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados, nas áreas de descanso preferindo ruminar ou permanecer em ócio evitando se alimentar, pois procuram sombra nesse horário. Mas na presente pesquisa não se observou esse fator no horário em que a temperatura estava em seu ponto máximo, pois de acordo com a GRÁF. 1, nas duas fases o período onde se encontrava altas temperaturas era de 13 às 17 horas, chegando ao seu ponto máximo às 16 horas, justamente o horário na qual era fornecida a alimentação.

Os resultados da atividade de ruminação verificados no GRÁF. 2 e 3 são análogos aos verificados por Conceição (2008). De acordo com a autora, os animais tendem a reduzir a ruminação nas horas mais quentes do dia, pois essa atividade gera grande quantidade de calor endógeno, tendendo a diminuir a fim de reduzir a produção de calor metabólico. Prasanpanich *et al.* (2002), utilizando vacas leiteiras nas condições climáticas da Tailândia central, onde a temperatura média durante o experimento foi de 30 °C, observaram uma elevada atividade de ruminação das 11 às 14 horas em que os dois grupos estudados, confinado e em pastejo, reduziram a atividade de alimentação durante as horas mais quentes do dia, concentrando essa

atividade logo após as duas ordenhas onde se encontrava temperaturas mais amenas.

A variável ócio acontece nas horas quentes do dia com menor frequência nos horários após os retornos das ordenhas (8 e 16 horas), onde os animais permaneciam se alimentando.

O tempo que as vacas permaneceram na sombra e o tempo que ficaram deitadas são mostrados na TAB. 2.

TABELA 2
Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) em que as vacas se localizavam ao sol e a sombra e a porcentagem, média e quantidade de horas em que esses animais permaneciam em pé ou deitado durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Ambiente (%)		Posição (%)	
	Sol	Sombra	Em pé	Deitada
A	13,2 (1,2)	86,6 (7,8)	81,2 (7,3)	18,7 (1,7)
B	3,9 (0,3)	95,3 (8,6)	80,6 (7,3)	19,6 (1,8)
Média	17,1 (1,5)	90,9 (8,2)	80,9 (7,3)	19,1 (1,71)
p	0,01835	0,00388	ns	ns

$p < 0,05$ ns – não significativo

Constata-se que o tempo de permanência dos animais a sombra aumentou significativamente ($p < 0,05$) da fase A (86,6%) para a B (95,31%), (TAB. 2) provavelmente em função da tendência observada de aumento das condições estressantes pelo calor durante o período B, principalmente a temperatura ambiental média (29°C).

Durante todo o dia na fase B, a frequência de animais que se localizavam a sombra foi acima de 90% (GRÁF. 4), sendo que o horário de maior procura por sombra foi entre 12:00 e 17:00 horas, coincidindo com os horários de temperaturas ambientais mais elevadas (GRÁF. 1), e a partir das 17 horas, a radiação vai se tornando cada vez mais baixa.

Para Pires *et al.* (2002) a procura por sombra é uma resposta ao estresse calórico e uma maneira de se obter conforto. Esse comportamento dá-se em função tanto da temperatura e umidade, quanto do genótipo do animal. Fato confirmado por Fraser e Broom (1990) que verificaram que a sombra é procurada pela maioria das raças europeias em situações e regiões onde a radiação solar direta é intensa e a temperatura do ambiente é alta, geralmente maior que 28°C, esse fato também foi observado durante a fase B, pois nesse período esses animais se mantiveram em média 90% do tempo à sombra (GRÁF. 4).

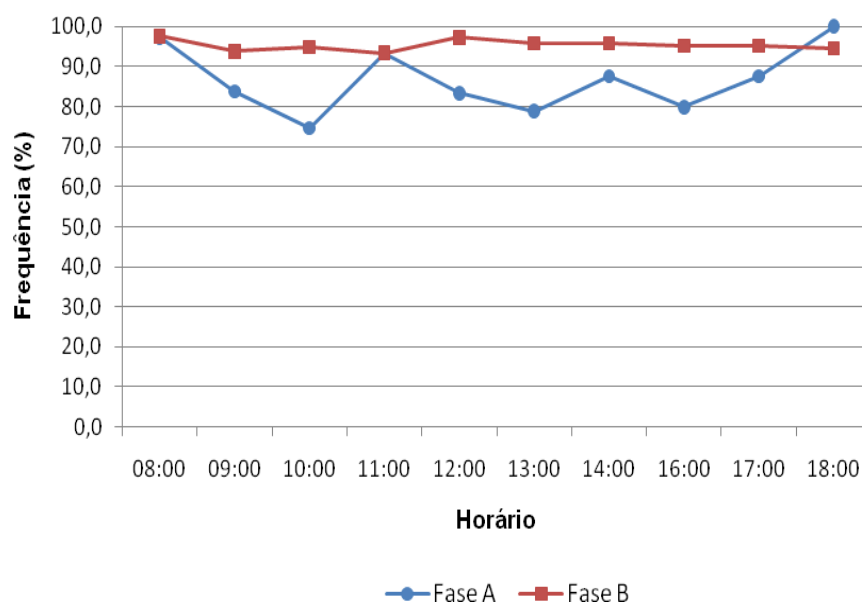


GRÁFICO 4 - Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram a sombra durante o período diurno nas duas fases estudadas, A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

Tucker *et al.* (2008) demonstraram que vacas com acesso à sombra, que forneceu maior proteção contra a radiação solar, passaram mais tempo usando esse recurso do que as vacas com acesso a sombra que proporcionou menor proteção.

Com relação à quantidade de tempo em que o animal permaneceu ao sol, os resultados indicam que na fase A (13,2%) esse valor foi significativamente ($p < 0,05$) maior que a B (3,9%), comprovando que o sol do inverno, fase A, não é tão estressante para os animais com o padrão genético utilizado neste estudo.

Na TAB. 2 não houve efeito significativo ($p > 0,05$) na diferença de posição em que os animais se encontravam nas fases A e B (em pé, 81,2 e 80,6%, deitada, 18,7 e 19,6%, respectivamente), pois de acordo com Pires (1997), o tempo despendido na posição em pé é maior no período diurno se comparado a posição deitada. Pelo fato de não haver efeito significativo ($p > 0,05$) com relação à posição em pé durante as duas fases, os resultados revelam que não ocorreu uma modificação da postura do animal a fim de facilitar as perdas de calor por convecção.

Krohn e Munhsgaard (1993) afirmaram que em um período de 24 horas, as vacas permanecem na posição deitada em torno de 8 a 14 horas. Esse valor é superior ao encontrado no presente estudo, em média 1,7 horas, pois de acordo com os autores a maior parte dessa atividade ocorre durante a noite, período no qual não ocorreu coleta de dados, justificando assim o menor valor encontrado.

Outro fator que contribui para esse valor inferior aos resultados obtidos em outras pesquisas é o tipo de sistema de criação, pois animais confinados passam mais tempo deitados que aqueles em pastagem (PIRES, 1997), uma vez que não utilizam seu tempo para caminhar ou pesquisar o ambiente em busca de alimento de melhor qualidade. Os animais desse experimento tinham acesso ao piquete adjacente, podendo movimentar-se livremente.

Degasperi *et al.* (2003) afirmam que estando em pé, os sentidos de olfato e visão são facilitados, principalmente para buscar alimento, além da função de controle da temperatura corpórea, a fim de maximizar a perda de calor por convecção. Como não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre as duas fases com relação à posição do animal no GRÁF. 5, pode-se observar tendência dos animais a se manter mais tempo na posição em pé durante as horas mais quentes do dia na fase B se comparado a fase A, onde ocorreu

maior desconforto térmico animal, em que a temperatura ambiental nos horários de 12 às 17 horas durante a fase B encontrava-se acima de 30°C (GRÁF. 1).

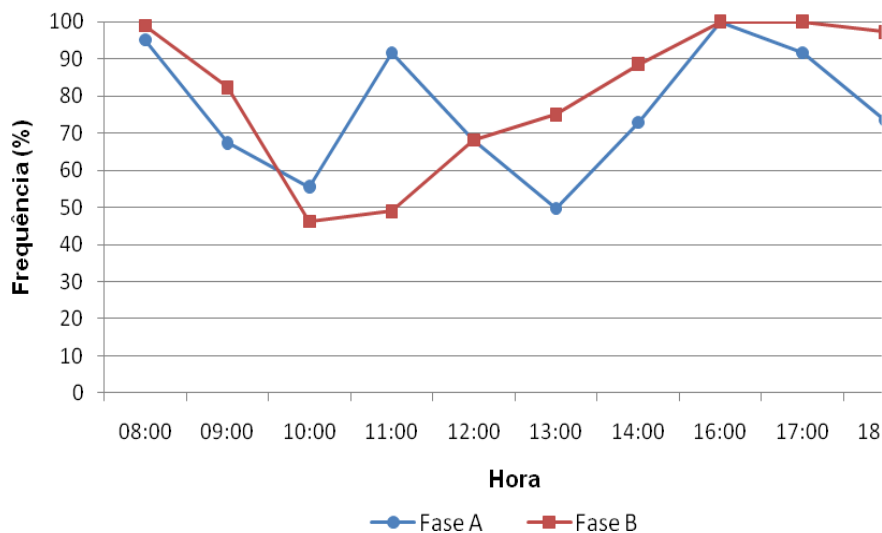


GRÁFICO 5 - Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram em pé durante o período diurno nas duas fases estudadas A (julho/agosto) e B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

Constatou-se, que as vacas leiteiras preferem realizar as atividades de ruminação e ócio à sombra, pois a percentagem da variável ócio a sombra foi de 19,7 e 24,8% durante a fase A e B, respectivamente, já a ruminação foi de 13 e 17,5% nas fases A e B, respectivamente (TAB. 3). Observou-se que durante a fase B teve uma tendência dos animais manterem-se mais à sombra para executar tais atividades, resultado confirmado pelos valores significativos ($p < 0,05$) da diferença entre os tempos em que os animais

permaneciam ao sol nas fases A (ócio, 5,6% e ruminando, 3,8%) e B (ócio, 1,1 e ruminando, 0,76%).

TABELA 3

Porcentagem, média e quantidade de horas (entre parênteses) durante o período diurno (9 horas) em que as vacas se dedicavam ao ócio no sol e a sombra e a porcentagem, média e quantidade de horas em que esses animais permaneciam ruminando ao sol a sombra e em pé e deitados durante as duas fases experimentais em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fase	Ócio (%)		Ruminando (%)			
	sol	sombra	sol	sombra	em pé	deitada
A	5,59 (0,5)	19,69 (1,7)	3,78 (0,3)	13 (1,2)	9,83 (0,9)	6,63 (0,6)
B	1,08 (0,1)	24,79 (2,2)	0,76 (0,1)	17,47 (1,5)	10,94 (1,0)	7,19 (0,6)
Média	6,67 (0,6)	22,2 (1,9)	2,27 (0,2)	15,2 (1,3)	10,4 (0,9)	6,91 (0,6)
<i>p</i>	0.00061	ns	0.00999	ns	ns	ns

$p < 0,05$ ns – não significativo

Fonte: Elaborada pela autora

De acordo com Albright e Strickin (1989), as vacas preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo. Mas quando há temperaturas elevadas os animais ruminam por mais tempo em pé, devido ao estresse calórico (DAMASCENO *et al.*, 1998). No presente estudo os animais permanecerem a maior parte do tempo ruminando em pé (0,9 horas contra em média 1,2 horas deitados) principalmente durante a tarde nas duas fases como observado no GRÁF. 6, onde as temperaturas se encontravam maiores, concordando com a afirmação dos autores citados acima.

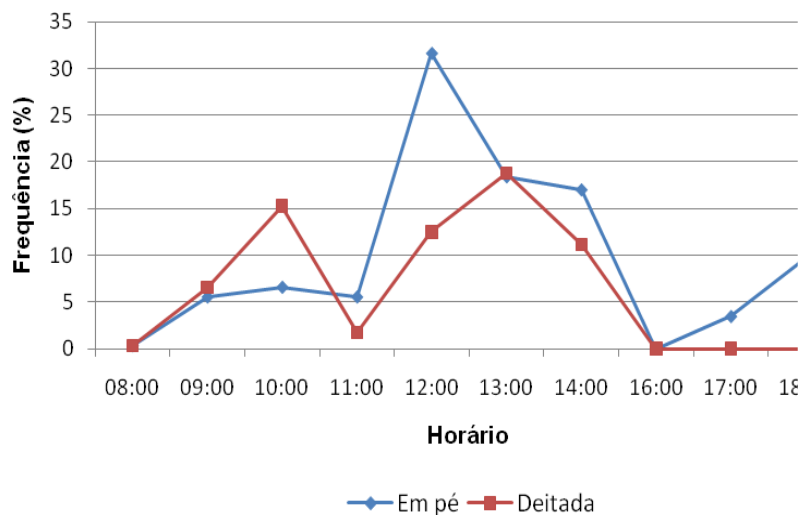


GRÁFICO 6 - Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram ruminando em pé ou deitados durante o período diurno na fase A (julho/agosto) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

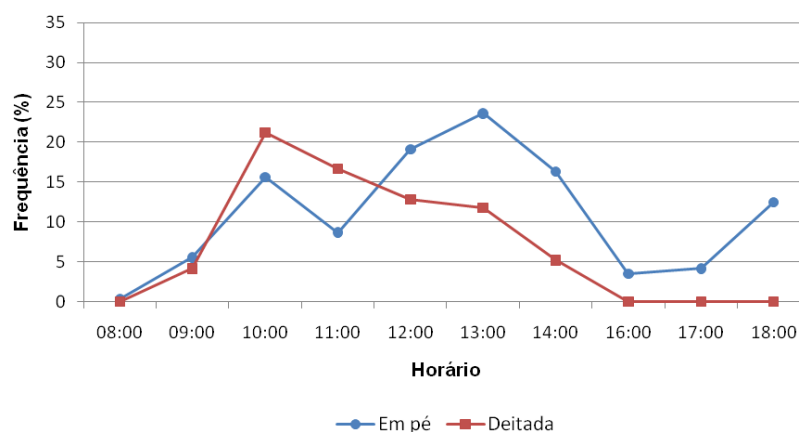


GRÁFICO 7 - Médias das percentagens de tempo que os animais se mantiveram ruminando em pé ou deitados durante o período diurno na fase B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Observou-se que as vacas leiteiras permaneceram mais tempo localizadas em baixo da árvore (26,8%) do que na instalação (10,8%) e pastagem (15,9%) nas duas fases (TAB. 4), sendo que nos valores encontrados no resultado da instalação, foi excluídos o tempo em que os animais permaneciam se alimentando, pois ao realizarem essa atividade, estavam obrigatoriamente na instalação, podendo assim mascarar os resultados para verificar a questão do conforto proporcionado pelo ambiente. De acordo com Armstrong *et al.* (1993) a sombra mais eficiente para provocar redução da carga térmica radiante proveniente da radiação solar direta sobre os animais é aquela produzida pelas árvores, pois combina a proteção contra o sol com efeito de evaporação das folhas.

TABELA 4
 Percentual médio do tempo em que os animais permaneceram abaixo da árvore, na instalação e pastagem, por fase, excluindo o tempo em que se mantiveram alimentando

Fase	Árvore (%)	Instalação (%)	Piquete (%)
A	26,0	9,2	15,9
B	27,7	12,5	15,9
média	26,8	10,8	15,9
<i>p</i>	ns	ns	ns

Fonte: Elaborada pela autora.

Durante as horas mais quentes do dia nas duas fases, os animais se mantiveram na maior parte do tempo localizados à sombra da árvore, sendo que no período B ocorreu uma tendência a aumentar a quantidade de animais na instalação (GRÁF. 8 e 9). Esse fato pode ter ocorrido porque a instalação também proporcionou conforto térmico aos animais por não possuir paredes, melhorando assim a ventilação dentro da mesma e por ter em sua estrutura telha de barro que do ponto de vista bioclimático, um dos principais fatores que influenciam na carga térmica de radiação, são os telhados influenciando no ambiente interno, em decorrência principalmente dos materiais de cobertura (NÄÄS, 1989; SEVEGNAN *et al.*, 1994). Já após

as 17:00, a radiação vai se tornando cada vez mais baixa e os animais se localizavam fora da instalação, no piquete adjacente.

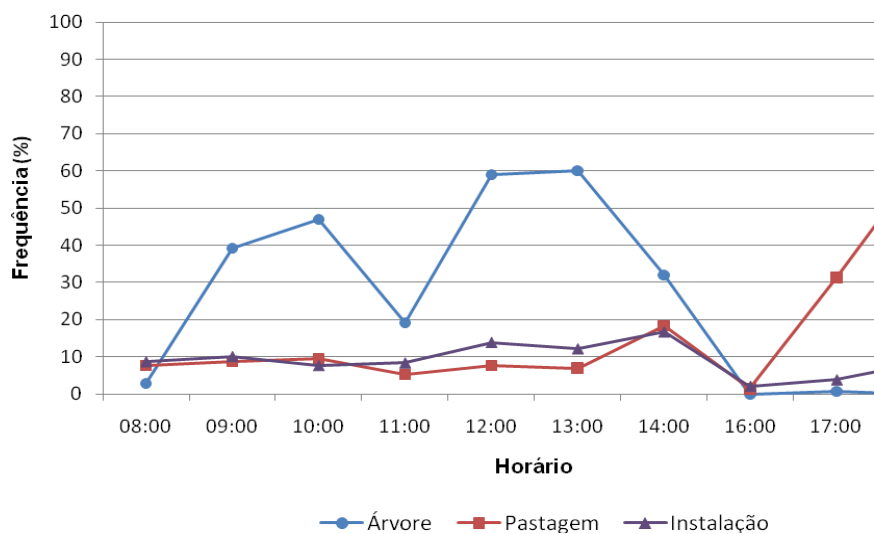


GRÁFICO 8 - Médias das porcentagens de tempo que os animais se mantiveram localizados na árvore, pastagem e instalação, excluído o tempo que se encontravam alimentando, refletindo nos pontos das 8, 11 e 16 horas durante o período diurno na fase A (julho/agosto) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

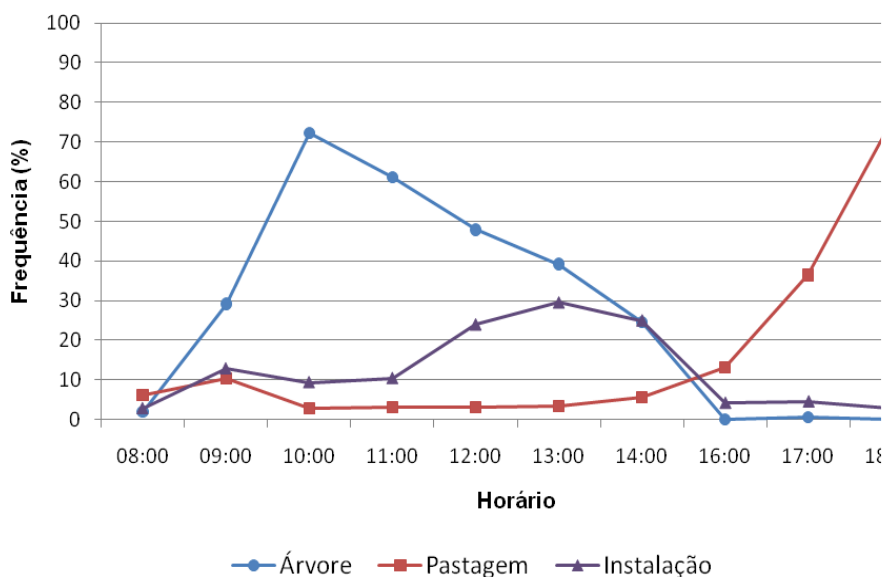


GRÁFICO 9 - Médias das porcentagens de tempo que os animais se mantiveram localizados na árvore, pastagem e instalação, excluído o tempo que se encontravam alimentando, refletindo nos pontos das 8, 11 e 16 horas durante o período diurno na fase B (outubro/novembro) em Montes Claros no norte de Minas Gerais

Fonte: Elaborado pela autora.

Arave e Albright (1981) estudaram as modificações comportamentais de vacas Holandesas alojadas em *free stall* com acesso a pasto, em condições térmicas estressantes, e observaram que os animais permaneceram dentro da instalação durante as horas mais quentes do dia, a fim de se protegerem da radiação solar direta, enquanto que, durante a noite, os animais tenderam sair do abrigo.

Ghelfi Filho *et al.* (1992), Moura *et al.* (1992) e Sevegnani *et al.* (1994), estudando os efeitos comparativos de materiais de cobertura, concluíram que aqueles que apresentaram os melhores resultados foram as telhas de barro, seguidas das telhas de alumínio e de cimento amianto.

4 CONCLUSÃO

Observou-se que não houve grandes variações nas atividades comportamentais de vacas Holandesas puras por cruza em Montes Claros, norte de Minas Gerais, possivelmente em função da adaptação desses animais às condições climáticas da região. Mas, de acordo com os resultados, seria necessário buscar alternativas para diminuir os efeitos climáticos sobre as vacas leiteiras na região durante as épocas do ano em que ocorre maior desconforto térmico, principalmente na parte da tarde, onde as temperaturas são mais elevadas, além de modificar o horário do fornecimento da alimentação desses animais para horários com temperaturas mais amenas, com o fim de minimizar os efeitos do clima sobre o consumo.

REFERÊNCIAS

AIURA, A. L. O.; AIURA, F. S.; SILVA, R. G. Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, n. 228, p. 605-608, 2010.

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

AMAKIRI, S. F.; ONWUKA, S. K. Quantitative studies of sweating rate in some cattle breeds in a humid tropical environment. **Animal Production**, Cambridge, v. 30, n. 3, p. 383-388, 1980.

ARAÚJO, A. P. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para a produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ARAVE, C. W.; ALBRIGHT, J. L. Cattle behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p.1318–1329, 1981.

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

AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e do inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG**. 2004. 85 f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

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

BACCARI JÚNIOR, F., Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de leite**. Piracicaba: ESALQ/FEAIQ, 1998. p. 24-65.

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

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

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 26, n. 1, p. 115-120, 2004.

BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2288-2296, 1989.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; MAIA A. S. C. Fertility and hair coat characteristics of Holstein cows in a tropical environment. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 187-194, 2005.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; CARDOSO, V.; FRIES, L. A. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

BEWLEY, J. M.; BOYCE, R. E.; HOCKIN, J.; MUNKSGAARD, L.; EICHER, S. D.; EINSTEIN, M. E.; SCHUTZ, M. M. Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 1-6, 2010.

BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. **Journal of Dairy Research**, London, n. 32, p. 291-345, 1965.

BIANCHINI, E.; MCMANUS, C.; LUCCI, C. M.; FERNANDES, M. C. B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. S.; EGITO, A. A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1443-1448, 2006.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavioral: a review. **Australia Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 34, n. 2, p. 285-295, 1994.

BOND, T. E.; NEUBAUER, L. W.; GIVENS, R. L. The influence of slope and orientation on effectiveness of livestock shades. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 19, n. 11, p. 134-136, 1976.

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.

CARVALHO, N. M. **Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça**

holandês. 1991. 199 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

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

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

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

DAMASCENO, J. C.; TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema "free-stall", **Engenharia na Agricultura**, Vicososa, MG, v. 12, n. 2, p. 12-25, 1997.

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.

DE LA SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; MOREIRA, F. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 1, p. 133, 1996.

DEGASPERI, S. A. R.; COIMBRA, C. H.; PIMPÃO, C. T. Estudo do comportamento do gado holandês em sistema de semiconfinamento. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 41-47, out./dez. 2003.

DETHIER, V. G.; STELLAR, E. **Comportamento animal**. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 151 p.

DOWLING, D. G.; NAY, T. Cyclic changes in the follicles and hair coat in cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 11, n. 6, p. 1064-1071, 1960.

DU PREEZ, J. D.; GIESECKE, W. H.; HATTINGH, P. J.; EISENBERG, B. E. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. II Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, Pretoria, v. 57, n. 4, p. 243-248, 1990.

FAÇANHA, D. A. E.; SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C.; GUILHERMINO, M. M.; VASCONCELOS, A. M. 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, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, A. U.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4, p. 769-776, 2009.

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

FREGONESI, J. A., LEAVER, J. D. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 68, n. 2-3, p. 205-216, 2001.

GEBREMEDHIN, K. G.; PORTER, W. P.; CRAMER, C. O. Quantitative analysis of the heat exchange through the fur layer of Holstein calves. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 26, n. 1, p. 188-193, 1983.

GEBREMEDHIN, K. G.; WU, B. A model of evaporation cooling of wet skin surface and fur layer. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, England, v. 26, n. 6, p. 537-545, 2001.

GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J.; MOURA, D. J.; CONSIGLIERO, F. R. Índices de conforto térmico e da CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina, **Anais**. Londrina: SBEA, 1992. p. 94-110.

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

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

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

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>>

- HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1981. 91 p.
- HEDLUND, L.; ROLLS, J. Behavior of lactating dairy cows during total confinement. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 11, p. 1807-1812, 1977
- IGONO, M. O.; BJTVEDT, G.; SANFORD-CRANE, H. T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holsteins cows in desert climate. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 36, n. 2, p. 77-87, 1992.
- JOHNSON, H. D.; KATTI, P. S.; HAHN, L.; SHANKLIN, M. D. **Short-term heat acclimatation effects on hormonal profile of lactating cows**. Missouri: University of Missouri, 1988. 30 p.
- KADZERE, C. T.; MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.
- KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: YECK, R. G.; McDOWELL, R. E. (Ed.) **A guide to environment research on animals**. Washington: National Academy of Sciences, 1971, p. 7-92.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612 p.
- KOPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478 p.
- KREBS, C. J.; DAVIES, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996. 420 p.
- KROHN, C. C.; MUNKSGAARD, L. **Behavior of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments: 2 lying and lying down behaviour**. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 1-16, 1993.
- LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. O. 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.
- LIGEIRO, E. C.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 544-549, 2006.

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H., ARAÚJO, P. R. B.; VERAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; CRUZ, M. A. O. M.; MELO A. A. S.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. 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.

MACHADO, P. F. Efeitos da alta temperatura sobre a produção reprodução sanidade de bovinos leiteiros: ambiência na produção de leite em clima quente, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 179-188.

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

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 50, n. 1, p. 17–22, 2005a.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; CERÓN, M.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Genetic variation of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 180-187, 2005b.

MARAI, I. F. M.; HAEED, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress: a review. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 127, n. 2-3, p. 89-109, 2010.

MARCHETO, F. G.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. D.; SOUZA, S. R. L. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall, **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 320-323, 2002.

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.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Resposta fisiológica e produtiva de vacas Holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Vicosa, MG, v. 33, n. 1, p. 181 -191, 2004.

MARTELLO, L. S. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climáticos sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free stall**. 2006. 110 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. 156 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

MCDOWELL, R. E. Economic viability of crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* for dairying in warm climates. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p.1292-1303, 1996.

MCGREEVY, P. **Notes on some topics in applied animal behaviour**. Sydney: University of Sydney, 2003. 102 p

MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GARCIA, J. A. S.; EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S. Heat tolerance in naturalized cattle in Brazil: physical factors. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 54, n. 206-207, p. 453-458, 2005.

MCMANUS, C.; PRESCOTT, E.; PALUDO, G.; BIANCHINI, E.; LOUVANDINI, H.; MARIANTE, A. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 120, n. 3, p. 256-264, 2009.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004.

MORAIS, D. A. E. F. **Variação de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco**. 2002. 121 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2002.

MOURA, D. J.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O.; CONSIGLIERO, F. R. Materiais de construção: desempenho das telhas térmicas nos índices de conforto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20.,

1992, Londrina, PR. **Anais**. Londrina: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p. 114-131.

MURRAY, D. M. A field study of coat shedding in cattle under condition of equal day-length but different temperatures. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 65, n. 3., p. 295-300, 1965.

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

NAAS, I. A.; ARCARO JUNIOR, 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-PB, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

NOGUEIRA, F. A.; ROCHA, F. T.; RIBEIRO, G. C.; SILVA, N. O.; GERASEEV, L. C.; ALMEIDA, A. C.; DUARTE, E. R. Variação sazonal da contaminação por helmintos em matrizes ovinas e borregos submetidos a controle integrado e criados em pastagens tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 9, p. 2544-2549, 2009.

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

OVERTON, M. W.; SISCHO, W. M.; TEMPLE, G. D.; MOORE, D. A., Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 85, n. 9, p. 2407-2413, 2002.

PEGORER, M. F.; VASCONCELOS, J. L. M.; TRINCA, L. A. Influence of sire and sire breed (Gyr versus Hosltein) on establishment of pregnancy and embryonic loss in lactating Hosltein cows during summer heat stress. **Theriogenology**, Stoneham, Mass, v. 67, n. 4, p. 692-697, 2007.

PERERA, K. S.; GWADAUSKAS, F. C.; PEARSON, R. E.; BRUMCACK JUNIOR, T. B. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 228-236, 1986.

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

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro.** 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.

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

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

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

PIRES, M. F. A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, durante o verão e inverno.** 1997. 151 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

PIRES, M. F. A.; VILELA, D.; ALVIM, M. J. **Comportamento alimentar de vacas holandesas em sistemas de pastagens ou em confinamento.** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA Gado de Leite, 2001. 2 p. (Boletim Técnico, 2).

PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. M.; SATURNINO, H. M.; TEODORO, R. L. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 57-63, 2002.

POCAY, P. L. B.; POCAY, V. G.; STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G. Respostas fisiológicas de vacas Holandesas predominantemente brancas e predominantemente negras sob radiação solar direta. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, SP, v. 17, n. 2, p. 155–16, 2001.

PRASANPANICH, S.; SIWICHAI, S.; TUNSARINGKARN, K.; THWAITES, C. J.; VAJRABUKKA, C. Physiological responses of lactating cows under grazing and indoor feeding conditions in the tropics. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 138, n. 3, p. 341-344, 2002.

PRATES, F. B. S. P.; ZUBA JUNIO, G. R.; SILVA, W. J.; SAMPAIO, R. A.; SANTOS, G. B.; RODRIGUES, M. N. Teores de metais pesados no solo cultivado com pinhão manso e adubado com lodo de esgoto e silicato de cálcio e magnésio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO

E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., 2010, Guarapari, **Anais**. Guarapari: EMBRAPA, 2010. 1 CD-ROM.

PURWANTO, B. P.; ABO, Y.; SAKAMOTO, R.; FURUMOTO, F.; YAMAMOTO, S. Diurnal patterns of heat production and HR under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differing in milk production. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 114, n. 2, p.139-142, 1990.

RASLAN, L. S. A.; TEODORO, S. M. **Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovinos Santa Inês em ambiente tropical**. 2007. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 9 dez. 2010.

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

RIBEIRO, A. R. B.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, M. C. S. Características do pelame de bovinos Nelore, Angus x Nelore e Senepol x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras, MG. **Anais**. Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. 1 CD-ROM.

SAEG, Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa: UFV, 2007.

SANTOS, M. M. **Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, em diferentes cores de pelame, em pastejo**. 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

SCHLEGER, A. V.; TURNER, H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 1, p. 92-106, 1965.

SCHUTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behaviour, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 28-34, 2009.

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

SEVEGNANI, K. B. **Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte**. 1997. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1997.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

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

SILVA, R. G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P. L. B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1939-1947, 2001.

SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; FRANCO, I. L.; AGUIAR, M. S. M. A.; CHAVES, M. A.; CARDOSO, C. P.; SILVA, R. R. 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**, Goiania, v. 6, n. 3, p. 173-177, jul./set. 2005.

SILVA, G. A.; SOUZA, B. B.; PENA, C. E. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 30, n. 1, p. 154-161, 2006.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, MG, v. 26, n. 1, p. 157-164, 2002.

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

STÖBER, M. **Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral**. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M. (Ed.) Exame clínico dos bovinos. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. Cap.2, p.44-80.

STRICKLIN, W. R.; KAUTZ-SCANAVY, C. C. The role of behavior in cattle production: a review of research. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 11, n. 4, p. 359-390, 1984.

TAPKI, I.; SAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviour of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 1–11, 2006.

TERRA, R. L. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: SMITH, B. P. **Tratado de medicina interna dos grandes animais**. São Paulo: Manole, 1993. v. 1, cap.1, p.3-15.

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

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1992. 374 p.

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.

TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; FRASER, D. Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 1208-1216, 2004.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHUTZ, K. E.. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 109, n. 2-4, p. 141-154, 2008.

TURNER, H. G.; SCHLEGER, A. V. The significance of coat type in cattle: characters of cattle in relation to adaptation. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 11, n. 4, p. 645, 1960.

TURNPENNY, J. R.; MCARTHUR, A. J.; CLARK, J. A.; WATHES, C. M. Thermal balance of livestock. 1. A parsimonious model. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 15-27, 2000.

UDO, H. M. **Hair coat characteristics in friesian heifers in the Netherlands and Kenya: experimental data and a review of literature**. Wageningen: Veenman, 1978. 136p. (Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 78-6)

VEIGA, J. S.; BARNABÉ, R. C.; GHION, E.; AGGIO, C. A. C. Aspectos fisiológicos associados com a adaptação de bovinos nos climas tropicais e subtropicais II: espessura do pelame de revestimento do corpo, peso dos pêlos e suas relações com a tolerância ao calor. **Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 16, p. 113-137, 1964.

VERÍSSIMO, C. J.; POZAR OTSUK, I.; ARCARO, J. R. P.; TITTO, E. A. L. Comprimento do pêlo em vacas Nelore, Holandesas e Pardo-Suíças, em três épocas do ano. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v. 63, n. 4, p. 193-198, 2006.

VILELA, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.

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

YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. **A.M.A. Archives of Industrial Health**, Chicago, v. 16, n. 4 p. 302-316, 1957.

ANEXO A – Animal com lesões cutâneas

FIGURA 1 - Animal do rebanho predominantemente branco com lesões cutâneas no dorso.

Fonte: Arquivo pessoal, 2010.



FIGURA 2 - Lesões no dorso do animal predominantemente branco do rebanho.
Fonte: Arquivo pessoal, 2010.

ANEXO B – Certificado do CETEA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- C E T E A -

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 43/2010**, relativo ao projeto intitulado "**Efeito das variáveis meteorológicas em respostas fisiológicas, hormonais e reprodutivas em vacas holandesas da região norte de Minas Gerais**", que tem como responsável(is) **Anna Christina de Almeida**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **28/ 04/2010**.

Este certificado expira-se em **28/ 04/ 2015**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 43/2010**, related to the project entitled "**Effect of meteorological variables on physiological responses hormones and reproductive characteristics in holstein cows the northern region of Minas Gerais**", under the supervisors of **Anna Christina de Almeida**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **April 28, 2010**.

This certificate expires in **April 28, 2015**.

Belo Horizonte, 13 de Agosto de 2010.

Profª. Jacqueline Isaura Alvarez-Leite
Coordenadora do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4516
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@proq.ufmg.br

(Mod.Cert. v1.0)

ANEXO C – Modelo da ficha de anotações utilizada para registro de informações sobre o comportamento animal

OBSERVADOR:		DATA:						LOCALIZAÇÃO			AMBIENTE			INGESTÃO			EXCRETA		OUTROS
HORA	ANI	Em pé			Deitado		Árvore	Instalação	Pastagem	Sol	Sombra	Chuva	Ração	Água	Pasto	Rumina	Fezes	Urina	
		Parada	Andando	Brincando	Inativo (Ocio)	Ativo													
		1																	
		2																	
08:00		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
08:15		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
08:30		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
08:45		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
09:00		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
09:15		3																	
		4																	
		1																	
		2																	
09:30		3																	
		4																	